



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN LAS
VIVIENDAS

Jaime Arteche Limousin

Eduardo Pérez de Eulate

Pamplona, 24 de Abril del 2013

INDICE GENERAL

1.- MEMORIA	7
CAPITULO 1: JUSTIFICACION DEL PROYECTO	8
1.1.- Marco Medioambiental Europeo	8
1.1.1.- Informe Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)	9
1.1.2.- Disponibilidad, extracción y suministros de agua	9
1.1.3.- Abastecimiento público de agua	13
1.2.- Consumo de energía a través de agua en la vivienda	16
1.2.1.- Calculo coste calentamiento agua	16
1.2.2.- Calentamiento agua entre 0ºy100ºC	17
CAPITULO 2: INTRODUCCIÓN	18
2.1.- Objeto	18
2.2.- Alcance	20
CAPITULO 3: REQUISITOS DE DISEÑO	22
3.1.- Estudio de la demanda de ACS	22
3.2.- Estimación del agua desperdiciada	25
3.2.1.- Perfil 1: Único ocupante en la vivienda	27
3.2.2.- Perfil 2: Tres ocupantes en la vivienda	28
3.2.3.- Perfil 3: Cinco ocupantes en la vivienda	28
3.3 Requerimientos del producto	29

CAPITULO 4: SOLUCIONES AL PROBLEMA	31
4.1.- Solución N°1	31
4.2.- Solución N°2	32
4.3.- Solución N°3	33
CAPITULO 5: EVOLUCION DISEÑO DEL SISTEMA	37
5.1.- Fase 1	37
5.1.1.-Elementos del mecanismo principal	37
5.1.2.-Elementos del mecanismo secundario	39
5.2.- Fase 2	42
CAPITULO 6: VALVULA TERMICA	45
6.1.- Elemento expansión	46
6.1.1.- Materiales elemento expansión	48
6.1.2.- Ensayos en estático	49
6.2.- Elemento antirretorno	54
6.3.- Elemento de cobertura	56
6.4.- Ensamblaje válvula térmica	57
6.5.- Colocación válvula térmica	59
6.6.- Técnicas en la fabricación	61
CAPITULO 7 : PERDIDAS DE CARGA EN LA VALVULA	74
7.1.- Tipos de presión	74
7.2.- Tipos de regímenes de fluidos	74

7.3.- Pérdida de carga	76
7.4.- Pérdidas de carga principales	78
7.5.- Pérdidas de carga secundarias	82
7.6.- Perdidas de carga totales	84
7.7.- Cálculos de perdidas de carga	85
CAPITULO 8: BOMBA DE RECIRCULACION	89
8.1.- Grundfos confort UP 10-16 B5ATLC	90
8.2.- Pasos instalación	93
2.- PLIEGO CONDICIONES	95
CAPITULO 1: PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	96
1.1.- Pliego de condiciones generales	96
CAPITULO 2: PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES	97
2.1.- Pliego de condiciones particulares	97
2.2.- Bomba de recirculación	97
2.2.1.- Generalidades	97
2.2.2.- Suministro	98
2.2.3.- Normativa de cumplimiento obligado	99
2.3.- Válvula térmica	99
2.3.1.-Generalidades	100
2.3.2.- Suministro	101
2.3.3.- Normativa de cumplimiento obligado	102

3.- PRESUPUESTOS	103
CAPITULO 1: PRESUPUESTO	104
1.1.- Coste de diseño del BYPASS	104
1.2.- Coste de componentes a fabricar	105
1.3.- Coste de componentes a comprar	106
1.4.- Coste de montaje	107
1.5.- Gastos totales	108
CAPITULO 2: ESTUDIO VIABILIDAD	109
2.1.- Viabilidad para el cliente	109
2.1.1.- Gasto energético	110
2.1.2.- Ahorro en agua	111
2.2.- Conclusiones	113
4.- PLANOS	114
1.-Elemento expansión	115
2.-Elemento Antirretorno	116
3.- Elemento cobertura	117
5.- BIBLIOGRAFIA	118-119



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

SISTEMA DE OPTIMIZACION DEL CONSUMO DE AGUA EN LAS
VIVIENDAS

MEMORIA

Jaime Arteche Limousin

Eduardo Pérez de Eulate

Pamplona, 24 de Abril del 2013

MEMORIA

CAPITULO 1: JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Uno de los principales desafíos del siglo XXI al que están enfrentando a numerosas sociedades de todo el mundo es la escasez de agua. Cerca de 1.200 millones de personas , siendo la población mundial de 7.000 millones, vive en áreas de escasez física de agua, mientras que 500 millones se aproximan a esta situación. Por otra parte, 1.600 millones de personas se enfrentan a situaciones de escasez económica de agua, donde los países carecen de la infraestructura necesaria para transporta agua.

Este fenómeno no es solo natural sino también causado por la acción del ser humano debido a que esta distribuida de forma irregular, se desperdicia, se contamina y se gestiona de forma insostenible.

1.1.-MARCO MEDIOAMBIENTAL EUROPEO”

El desarrollo sostenible y la integración de las consideraciones ambientales en las políticas comunitarias son parte de los objetivos de la Unión Europea . Desde inicios de los años setenta, Europa mantiene un fuerte compromiso a favor del medio ambiente: la protección de la calidad del aire y agua, la conservación de los recursos y de la biodiversidad, la gestión de los residuos y de las actividades con efectos perjudiciales . Estos son algunos de los ámbitos de la actuación europea, tanto en los Estados miembros como internacionalmente, basado en el artículo 174 del Tratado constitutivo de la

Comunidad Europea, manteniendo por objeto garantizar un desarrollo sostenible del modelo europeo de sociedad.

1.1.1- INFORME AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE (AEMA)

Según uno de los últimos informes de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) titulado “*Water Resouces Across Europe- Confronting Water Scarcity and drought*” (Recursos Hidricos en Europa- Afrontar el desafio de la escasez de agua y la sequia), confirma que en numerosos lugares de Europa el uso del agua es insostenible.

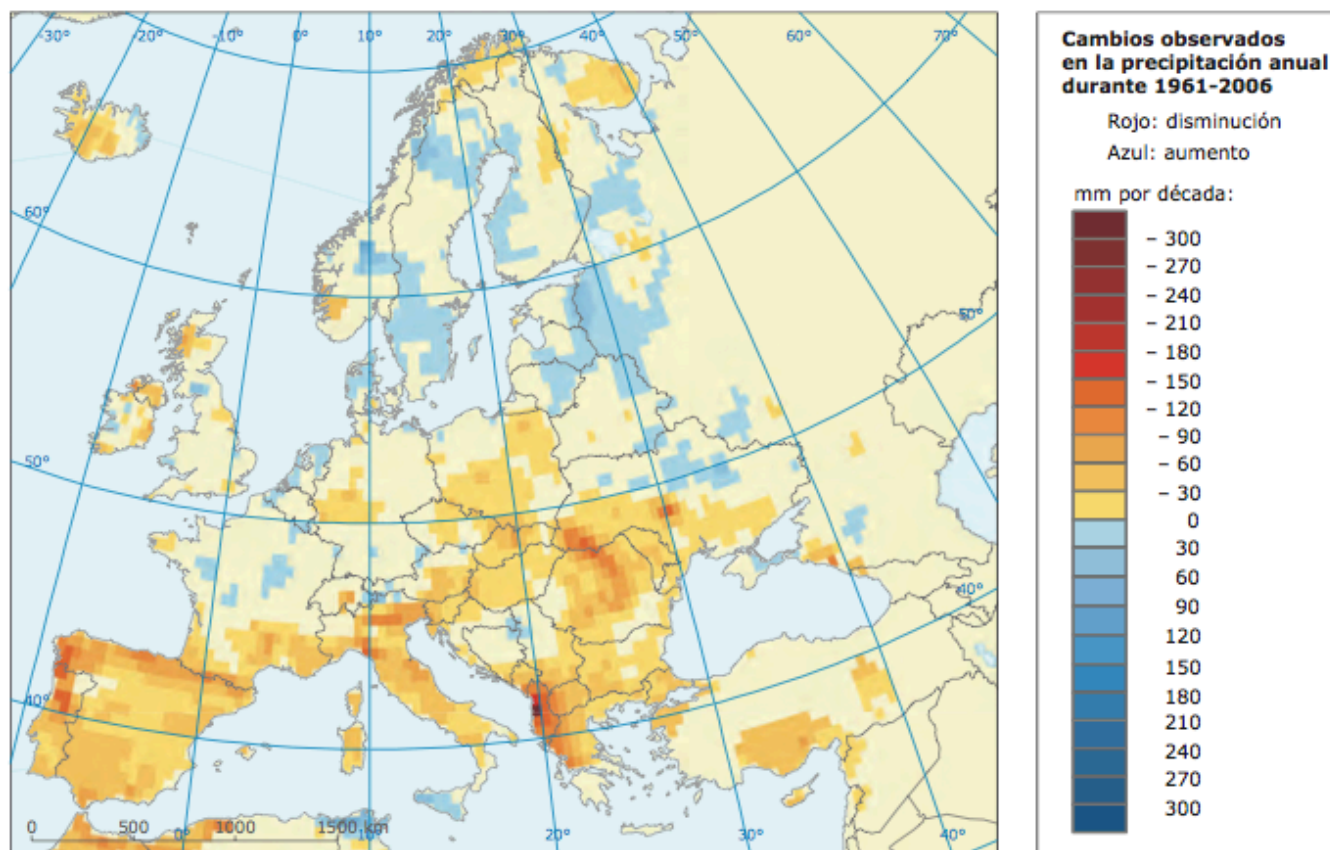
1.1.2.- DISPONIBILIDAD, EXTRACCION Y SUMINISTROS DE AGUA

Pese a que Europa explota una parte relativamente pequeña de sus recursos renovables, los problemas de escasez aparecen en muchas regiones debido al desequilibrio entre la extracción y la disponibilidad.

Dependiendo de la topografía y la distancia al mar la distribución de la **precipitación** es muy variable en Europa, desde menos de 400mm anuales en zonas del Mediterraneo y llanuras centrales de Europa hasta mas de 1000 mm anuales en las costas del Atlantico. Sin embargo gran parte de esta precipitación se consume por evapotranspiración, de manera que la “lluvia efectiva² no supera los 250mm anuales en buena parte de Europa, siendo en las zonas del sur de Europa, la lluvia efectiva inferior a 50mm anuales(CCI,2006). Pese al aumento de la precipitación de 1901 a 2005 del 6%-8% se

observan grandes diferencias geográficas con una notable disminución en el Mediterráneo y Europa Oriental (AEMA 2008), es decir, las regiones europeas que ya son secas lo serán todavía más.

Cambios observados en la precipitación anual de 1961-2006



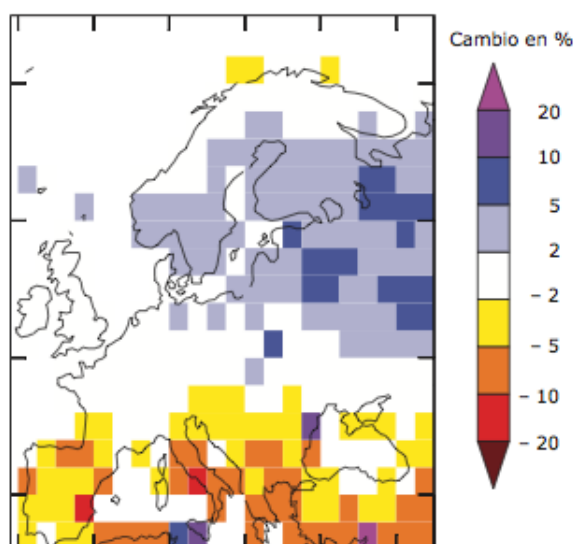
Fuente: Datos de dos proyectos: ENSEMBLES (<http://www.ensembles-eu.org>) y ECA&D (<http://eca.knmi.nl>).

IMAGEN_1 CAMBIOS PRECIPITACIÓN

El **caudal de los ríos** es un indicador de la disponibilidad de los recursos de agua dentro de una cuenca. El caudal medio de los ríos de Europa es de unos 450mm/año, variando significativamente según las zonas, desde menos de 50mm/año en el sur de España hasta más de 1500 mm/año en algunas partes de costa atlántica y los Alpes.

Se estima que el caudal anual de los ríos disminuya en el sur y el sudeste de Europa y que aumente en el norte y nordeste.

Cambio modelizado del caudal anual de los ríos(en porcentaje)
para el periodo 1971-1998 respecto a 1900-1979



Nota: Este mapa se ha basado en un conjunto de 12 modelos climáticos y se ha validado con la observación de los caudales de los ríos.

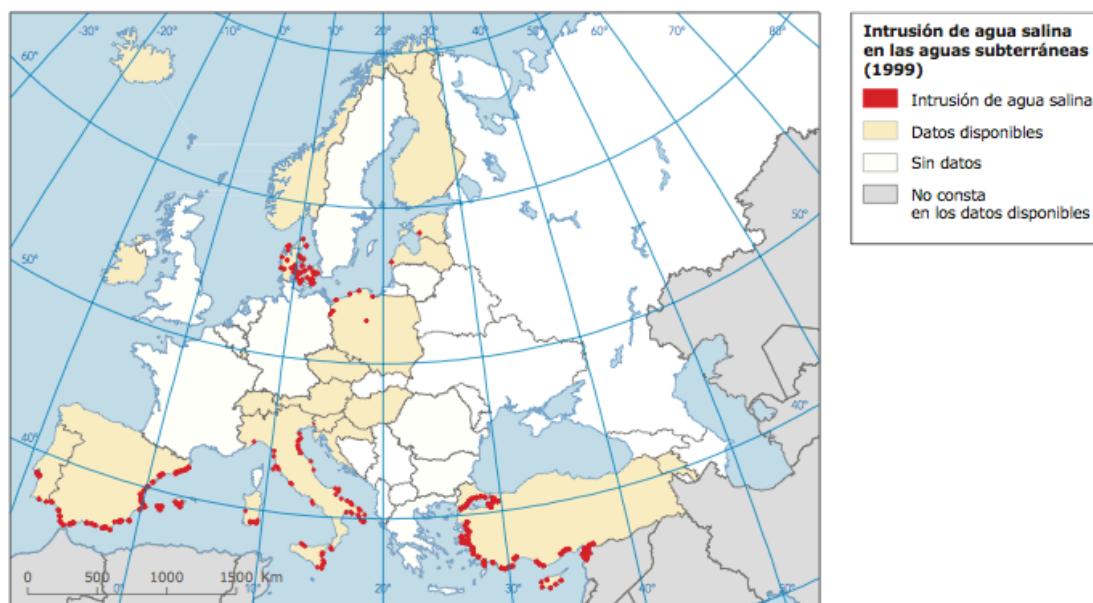
Fuente: Milly et al., 2005.

IMAGEN 2_ CAMBIO EN CAUDAL ANUAL DE RIOS

Por **extracción** se entiende el volumen de agua que se saca desde un recurso natural o modificado(por ejemplo, los embalses) a lo largo de un periodo de tiempo concreto, normalmente un año natural. La extracción total de agua dulce en Europa se cifra en uno 288km³/año, es decir, unos 500 m³ per cápita/año. El 44% de la extracción se destina a la producción de energía, el 24% a la agricultura, el 21% al abastecimiento publico de agua y el 11% a la industria.

Un indicador sencillo de la presión o el estrés que sufren los recursos de agua dulces es el índice de explotación de agua (IEA), que se calcula anualmente como la relación porcentual entre la extracción total de agua y los recursos renovables. Siendo un IEA superior del 20% indicador de que los recursos de agua padecen de estrés y un 40% un uso claramente insostenible del recurso.

España es el tercer país con el IEA más elevado de Europa con un 34%, siendo el IEA de Andalucía y del río Segura 164% y 127%. Los ríos requieren un caudal de agua en cantidad suficiente, denominado “caudal ambiental” para poder mantener un ecosistema acuático en buen estado. A menudo se registran en Europa impactos ecológicos negativos relacionados con los bajos caudales, por ejemplo, en el año 2000 una excesiva demanda de agua con una sequía tuvo un grave impacto en el pez migratorio, *Chalcalburnus Tarichi*. Por otra parte, entre otros impactos naturales, la extracción excesiva desde los acuíferos costeros hace que el nivel freático baje y que el agua de mar entre en los acuíferos, proceso conocido como “intrusión salina”.



Fuente: AEMA, 2007.

IMAGEN 3_INTRUSION DE AGUA SALINA EN AGUAS SUBTERRANEAS

1.1.3.- ABASTECIMIENTO PÚBLICO DE AGUA

El agua pública no sólo incluye el abastecimiento de hogares, sino también el de pequeñas empresas, hoteles, oficinas, hospitales, colegios y determinadas industrias, siendo una de las fuentes esenciales el agua subterránea.

La población total de los países de la Unión Europea ha aumentado de algo más de 400 millones de habitantes en 1960 a 497 millones en 2007 y se prevé que alcance los 521 millones en 2035(Eurosat, 2008), por lo que ha aumentado el consumo doméstico de agua en dicho periodo.

Las recientes **innovaciones** que han mejorado la eficiencia de los electrodomésticos han sido unas fuerzas motrices importantes para poder

disminuir el uso de agua y favorecer su ahorro sin necesidad de cambiar las pautas de conducta del consumidor, especialmente en las lavadoras y lavavajillas. Sin embargo, todavía es posible la adaptación y la actualización de otros electrodomésticos para mejorar significativamente la eficiencia del agua.

Los cambios en el estilo de vida, como el de una mayor frecuencia y duración de los baños y duchas, el uso más frecuente de las lavadoras ... pueden afectar de manera notable al uso de agua en los hogares. Estos cambios son menos notorios en generaciones de más edad a causa de sus costumbres, sin embargo las generaciones más jóvenes normalmente tienen un estilo de vida con un uso de agua más intensivo.

Estos cambios- aumentos de la demanda de agua de los hogares pueden influir el cambio climático. Existe una clara separación de componentes que son sensibles al cambio climático (ducha, jardinería, riego del césped por aspersión, campos de golf, piscinas y parques acuáticos) y los que no lo son, como el lavado de la vajilla y la ropa.

Aunque los futuros cambios en el uso domestico del agua a causa del cambio climático no sean muy marcados es probable que se registren algunos aumentos en los meses de verano, que es cuando el recurso de agua en general está en el mínimo y el impacto ambiental adverso de las extracciones es máximo .



IMAGEN 4_PORCENTAJE USO AGUA

En este sentido, los pequeños aumentos del consumo doméstico sólo pueden empeorar dichos impactos.

Según el Ente Público del Agua de la Región de Murcia (EPA) y como podemos ver en la figura, el punto en el que más agua se consume es en el de los sanitarios, siendo el más elevado el correspondiente a la ducha o baño.

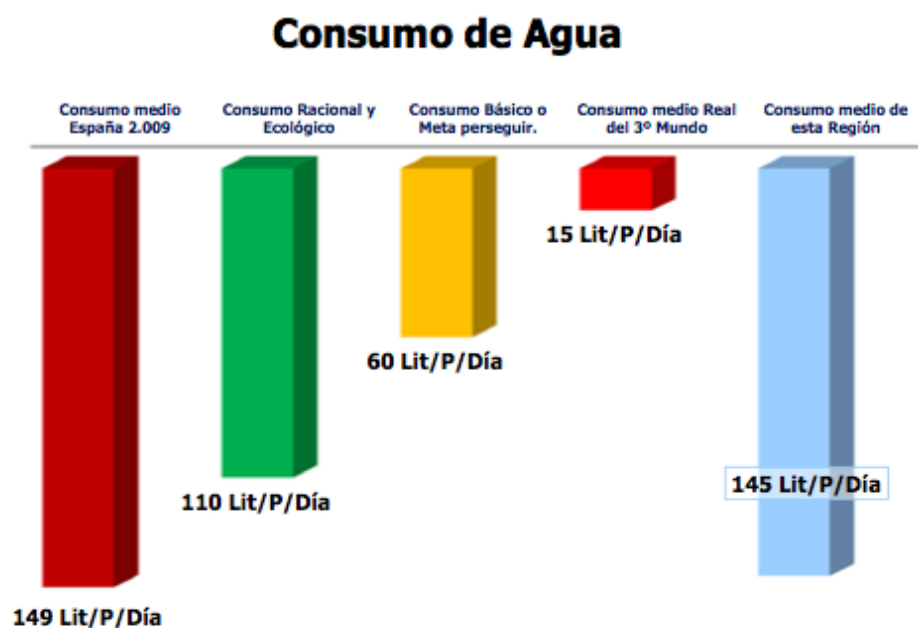


IMAGEN 5_ CONSUMO AGUA DIFERENTES ESTUDIOS

DATOS GRAFICA

- 149 Litros por persona y día de consumo medio en España el 2009
- 110 Litros por persona y día es un consumo racional y ecológico según las últimas estadísticas del INE(Instituto Nacional de Estadística)
- 60 Litros por persona y día es un consumo básico o mínimo alcanzable a perseguir.
- 15 Litros por persona y día es el consumo real del 3ºMundo
- 145Litros por persona y día es el Consumo Medio en esta Región

1.2 CONSUMO DE ENERGÍA A TRAVÉS DE AGUA EN LA VIVIENDA

Diversas estadísticas demuestran que la demanda de temperatura en lavabos es superior al de las duchas, siendo ésta de unos 41°C de media, mientras que en las duchas y baños es de unos 38°C. La temperatura del agua caliente en los equipamientos(ducha, lavabo, grifería...), es menor que la temperatura del agua en calentamiento y distribución, y se consigue mediante la mezcla con agua fría de la red. Estadísticamente, podríamos hablar de unos 55°C para el agua caliente y 12°C para la fría . Por ejemplo, si necesitáramos 90 litros de agua a 38°C para darnos una ducha, en realidad estaríamos utilizando unos 54,42 litros de ACS(Agua Caliente Sanitaria) y 35,58 litros de agua fría .

1.2.1.- CÁLCULO COSTE CALENTAMIENTO AGUA

Un porcentaje elevado de los litros consumidos al día indicados en la grafica anterior corresponden al agua caliente o ACS . Para calentar este agua, se hace pasar por una caldera o calentador, que básicamente es un dispositivo termodinámico que utiliza energía para elevar la temperatura. Entre los combustibles empleados, en una vivienda podemos encontrar Gas Natural, Gasóleo C o Electricidad.

1.2.2.- CALENTAMIENTO DEL AGUA (ENTRE 0º Y 100ºC)

Calor Especifico → C: Es la cantidad de calor que hay que suministrar o extraer a la unidad de masa de un cuerpo, para elevar o disminuir un grado centígrado su Tª.

$$q = C \cdot m \cdot (T^a_f - T^a_i) \text{ (Kcal/Kg } ^\circ\text{C)}$$

Sabemos que a presión normal, 1 atm, para elevar 1ºC la Tª de un 1 litro de H₂O requerimos 1,118Kcal, es decir, 0,0013kWh.

Tendremos presente el Efecto Joule que básicamente es el calor producido en una resistencia al paso de la corriente.

$$Q = 0,24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t \text{ (Cal)}$$

$$W = [n \times l / d \times \text{días/año} \times (T^a_f - T^a_i)] / 860 \times \eta_i = [G_{H2O} \text{ (l/año)} \times (T^a_f - T^a_i)] / 860 \times \eta_i \text{ (kWh/año)}$$

$$P(\text{kcal/s}) = C_{e \text{ H2O}} (\text{kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times m (\text{kg/min.}) / 60 (\text{s/min.}) \times (T^a_f - T^a_i) (^\circ\text{C})$$

$$\eta_{G.\text{inst.}} = \text{Rendimiento Global de la instalación} = \eta_{\text{Generador Calor}} \times \eta_{\text{Transpotre y Distribucion}} \times \eta_{\text{Regulación}}$$

$$\eta_{G.\text{inst.}} \rightarrow \text{radiadores eléctricos} = 1; \eta_{G.\text{inst.}} \rightarrow \text{Estufa Gas Butano} = 0,8 \div 0,9; \eta_{G.\text{inst.}} \rightarrow \text{Centralizada Gasóleo} = 0,6 \div 0,7;$$

$$\eta_{G.\text{inst.}} \rightarrow \text{Individual Gas} \rightarrow \eta_{G.\text{inst.}} \rightarrow \text{Individual Gas} = 0,65 \div 0,72;$$

$$\eta_{\text{Generador Calor}} \rightarrow \text{Termo Eléctrico} \rightarrow \eta_{T.\text{Elec.}} = V \times I \times t \text{ (J)} / C_{e \text{ H2O}} \text{ (J/g} \cdot ^\circ\text{C}) \times m \text{ H2O (g)} \times (T^a_f - T^a_i) (^\circ\text{C}) = (0,90 \div 0,93)$$

$\eta_{\text{Generador Calor}} \rightarrow \text{Caldera Gas} \Rightarrow \eta_{\text{C. Gas}} = 0,81 \div 0,89$

$C_e \text{ H}_2\text{O} = 4,186 \text{ (J/g} \cdot ^\circ\text{C)} = 1 \text{ (cal/g} \cdot ^\circ\text{C)}$

Caudal de agua de una ducha normal $\rightarrow Q_{\text{H}_2\text{O} - \text{dn}} = 0,1 \text{ (l/s)} = 6 \text{ (l/m)}$

Tiempo de duración ducha normal $\rightarrow t_{\text{dn}} = 5 \text{ (m)} = 300 \text{ (s)}$

T^a salida del agua del calentador de ducha normal $\rightarrow T^a_s = 45 \text{ (}^\circ\text{C)}$

T^a entrada del agua al calentador ducha normal $\rightarrow T^a_e = 15 \text{ (}^\circ\text{C)}$

Gasto=Volumen=consumo diario agua a 45 ° C ducha normal $\rightarrow GH_{20} = Q$

$H_{20} - \text{dn} \times t_{\text{dn}} = 0,1 \times 300 = 30 \text{ (l/d)}$

Consumo medio anual persona $\sim 360 \text{ d/año} \times 30 \text{ l/d} = 10.800 \text{ l/año de agua a } 45^\circ\text{C}$

La Energía consumida será $\Rightarrow E = [10.800 \times (45 - 15)] / 860 \times 0,92 = 409,5 \text{ kWh/año}$

	Unidad	Poder calorífico inferior (P.C.I.)	Precio \rightarrow a fecha: 10 Oct 12	$\eta_{\text{G. Inst.}}$
Electricidad (Tarifa 3.0A con DH) $P_c > 15 \text{ kW} \rightarrow T_p = 31,5085 \text{ (€/kWh/año)}$	(kWh)	860 kcal	$e \Rightarrow 4 \text{ (h/d)} \rightarrow P1 = 0,068219 \text{ €/kWh}$ $e \Rightarrow 12 \text{ (h/d)} \rightarrow P2 = 0,045724 \text{ €/kWh}$ $e \Rightarrow 8 \text{ (h/d)} \rightarrow P3 = 0,016983 \text{ €/kWh}$	1
Gasóleo C	(litro)	8.400 kcal	1,144 (€/litro)	0,68
Propano (11 kg)	(kg)	11.400 kcal	14,16/11 = 1,2873 (€/kg)	0,71
Butano (12,5 kg)	(kg)	10.900 kcal	16,10/ 12,5 = 1,2880 (€/kg)	0,71
Gas Manufacturado	(Nm ³)	3.700 kcal	(Nm ³)	0,71
Gas Natural (Consumo $\leq 5.000 \text{ kWh/año}$) Tarifa TUR.1 $\rightarrow T_p = 52,20 \text{ (€/año)}$	(Nm ³)	9.655 kcal 11,24 (kWh/Nm ³ de GN)	0,6664 (€/Nm ³) \rightarrow 0,05929151 (€/kWh)	0,71

TABLA 1.2.1.1.- PODERES DE COMBUSTION CALORIFICA

Nm³ significa metro cúbico normalizado, calculado a la T^a de 0° C y a 1 atm de Presión

CAPITULO 2: INTRODUCCION

2.1 OBJETO

La idea que engloba el presente Proyecto de Fin de Carrera que justificaré en las siguientes líneas se basa en un SISTEMA DE OPTIMIZACION DEL CONSUMO DE AGUA EN LAS VIVIENDAS, es decir, una posible solución a un derroche de agua que ocurre prácticamente en todas las viviendas. Cuanta mayor sea la distancia de tubería que separa el calentador de agua de una vivienda hasta el punto de consumo, como por ejemplo una ducha, y dependiendo el tiempo que dicha instalación queda en desuso, más agua desperdiciamos ala espera de que esta este en una temperatura de confort.

Cómo hemos visto en la introducción , este proyecto aparte de estar enfocado al ahorro de agua también pretende ahorrar energía y dinero. Si además de lograr aprovechar esa agua que hoy en día se desperdicia, se lograra también un ahorro a nivel económico , la solución será aun mas atractiva, siendo el criterio económico un plus motivacional pero no prioritario, que como se ha comentado, seria la necesidad de minimizar el impacto medioambiental.

En las viviendas de nueva construcción el Código Técnico de la Edificación (CTE) obliga a incluir una tubería de recirculación, sin embargo, en las viviendas ya existentes no se encuentra ningún sistema que supla este derroche.

Los dos métodos principales para preparar esta agua caliente sanitaria son por acumulación y por calentamiento instantáneo.

Por acumulación se entiende al sistema que emplea una caldera exterior para calentar un depósito, para tener, en cualquier momento, suficiente cantidad para los usos previstos en la instalación. Este sistema, que se llama centralizado, si es de tamaño suficiente, se suele utilizar para abastecer edificios enteros.

Por calentamiento instantáneo se entiende al sistema en el que el agua, circula por un serpentín calentado directamente por la llama del calentador. Dada la potencia necesaria en caldera, este sistema solamente puede alimentar un punto de consumo, o grifo.

2.2 ALCANCE

Dado que la filosofía de este proyecto es la fácil implantación del producto en viviendas existentes, es decir, desechando toda posibilidad de una obra para implantar el producto, solo lo emplearemos en viviendas que utilicen un sistema por calentamiento instantáneo o calentador.

Así pues, se pretende realizar el diseño de un equipo que cumpla o satisfaga al máximo los requisitos previamente fijados descritos en el capítulo 2: Requisitos del diseño.

Una vez se tenga el diseño del equipo hecho, se realizará un presupuesto lo más detallado posible con el objetivo de conocer, a posteriori, la

viabilidad o no del producto, tanto por parte del posible cliente como por parte de la empresa que quisiera comercializarlo, sin olvidar que el objetivo no es mas que el de encontrar y describir un principio de funcionamiento que pudiera dar solución al problema y la selección de los componentes que en un principio son indispensables.

CAPITULO 3: REQUISITOS DE DISEÑO

3.1 ESTUDIO DE LA DEMANDA DE ACS

El primer paso para el dimensionamiento del sistema de ahorro es conocer, de la forma más precisa posible, cuál es la demanda de agua caliente en las viviendas.

El consumo de agua y en concreto de ACS en una vivienda no es constante a lo largo del año, ya que en invierno se consume más ACS que en verano. Al mismo tiempo, no todas las viviendas y no todas las regiones consumen lo mismo. Factores como el número de personas que conviven en la vivienda, repercuten de manera directa en el consumo.

Por este motivo y ante tal abanico de variables, para el dimensionamiento del equipo nos basaremos en la normativa “ *Documento básico de ahorro de energía HE 4 :contribución solar mínima de agua caliente sanitaria (incluido en el CTE)*” que permite cuantificar el volumen necesario de ACS por persona.

Así debemos calcular la demanda ACS diaria. Se fija como temperatura de referencia la de 40°C para nuestro diseño y en función del criterio de demanda se establece un consumo concreto:

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

TABLA 3.1_DEMANDA DE REFERENCIA 60°C (CTE)

Debido a que el proyecto va encaminado hacia un uso doméstico nos quedamos con las dos primeras opciones, viviendas unifamiliares y viviendas multifamiliares, escogiendo el consumo más desfavorable que es el consumo mayor. Tenemos un consumo de 30 litros por persona y día. En función del numero de personas, el consumo de ACS resultará:

$$V_{\text{CONSUMO}} = N^{\circ} \text{ PERSONAS} \cdot V_{\text{USUARIO}} \quad (1)$$

Donde:

V_{CONSUMO} : Volumen total ACS en la vivienda [l]

$N^{\circ} \text{ PERSONAS}$: Número de personas en la vivienda.

V_{USUARIO} : Volumen diario de ACS por usuario [l]

Nº personas	Consumo [l]
1	30
2	60
3	90
4	120
5	150

TABLA 3.2_ CONSUMO DE ACS EN VIVIENDAS

Otro dato interesante para conocer la magnitud del problema que nos encontramos es el volumen de agua que se pierde mientras el usuario espera la llegada del agua a la temperatura de confort. Para poder dar respuesta a este interrogante se han generado tres perfiles de familias diferentes atribuyéndoles a cada perfil unos hábitos de consumo de ACS diarios.

Para poder cuantificar el volumen que se desaprovecha se considerará que el caudal circulante es el caudal mínimo que se debe garantizar según el Código Técnico de la Edificación, a pesar de que esta normativa no es de aplicación para viviendas construidas anteriormente a la entrada en vigor del Real Decreto. Encontramos que este caudal mínimo oscila entre los 0,04 l/s para un lavamanos y los 16,66 l/s que se requieren en un hidrante de diámetro 110mm. Si nos limitamos al uso domestico, el rango de caudales mínimos a garantizar en una instalación se mantiene entre los 0,04 l/s y los 0,30 l/s.

Conociendo el caudal mínimo circulante de agua y el tiempo de espera necesario para obtener el agua a temperatura de confort se logrará conocer el volumen de agua desaprovechada. Para ello, generaremos tres perfiles de consumo de ACS:

Perfil 1: 1 miembro

Perfil 2: 3 miembros

Perfil 3: 5 miembros

Los resultados son evidentes. El volumen de agua desperdiciada, como es lógico es directamente proporcional al número de miembros que conviven en la vivienda.

3.2.- ESTIMACION DEL AGUA DESPERDICIADA:

Para poder acercarnos más a la realidad cuantificaremos el volumen de agua desaprovechado para diferentes aparatos de consumo de ACS y para diferentes tiempos de espera. Es obvio que este tiempo de espera depende en la distancia de tubería caliente que ha quedado enfriada y por lo tanto del tiempo que ha quedado en desuso. Debido a que obtener datos de estas variables conlleva una complicación excesiva, fijamos los tiempos de espera en intervalos de diez segundos resultando : 10s, 20s, 30s, 40s y 60 s.

TAREA	CAUDAL INSTANTANEO [l/s]	TIEMPO ESPERA [s]	VOLUMEN AGUA DESPERDICIADO [l]
LAVAMANOS	0,05	10	0,5
		20	1
		30	1,5
		40	2
		50	2,5
		60	3
DUCHA	0,2	10	2
		20	4
		30	6
		40	8
		50	10
		60	12
BAÑERA	0,3	10	3
		20	6
		30	9
		40	12
		50	15
		60	18

BIDÉ	0,1	10	1
		20	2
		30	3
		40	4
		50	5
		60	6
FREGADERO DOMESTICO	0,2	10	2
		20	4
		30	6
		40	8
		50	10
		60	12
LAVADERO	0,2	10	2
		20	4
		30	6
		40	8
		50	10
		60	12

TABLA 3. 2_AGUA DESPERDICIADA PARA DIFERENTES TIEMPOS DE ESPERA

Seguidamente realizamos el mismo estudio para los tres perfiles diferentes de consumidores de ACS. Así pues, tendremos en cuenta que para el perfil 1 fijaremos el tiempo de espera en 40 segundos, para el perfil 2 fijaremos el tiempo de espera en 20 segundos y para el perfil 3 de 10 segundos. Esto se debe a que el tiempo de espera es proporcional al tiempo que queda en desuso la tubería, siendo este más elevado si en la vivienda existe un solo ocupante y notablemente inferior si en la vivienda viven 5 ocupantes.

(Los datos obtenidos a continuación son aproximaciones obtenidas a partir de ensayos realizados en tres viviendas existentes que cumplen los requisitos de cada perfil)

3.2.1.- PERFIL 1_ ÚNICO OCUPANTE EN LA VIVIENDA

TAREA	Nº USOS	CAUDAL [l/s]	TIEMPO ESPERA [s]	DE	VOLUMEN DESPERDICIADO [l]	AGUA
DUCHA	1	0,2	40		8	
LAVAMANOS	1	0,05	40		2	
FREGADERO DOMESTICO	2	0,2	40		16	
					26	

TABLA 3.2.1_AGUA DESPERDICIADA PARA PERFIL 1

3.2.2.- PERFIL 2_ TRES OCUPANTES EN LA VIVIENDA

TAREA	Nº USOS	CAUDAL [l/s]	TIEMPO ESPERA [s]	DE	VOLUMEN DESPERDICIAO [l]	AGUA
DUCHA	3	0,2	20		12	
LAVAMANOS	5	0,05	20		5	
FREGADERO DOMESTICO	2	0,2	20		8	
					25	

TABLA 3.2.2_AGUA DESPERDICIAO PARA PERFIL 2

3.2.3.-PERFIL 3_ CINCO OCUPANTES EN LA VIVIENDA

TAREA	Nº USOS	CAUDAL [l/s]	TIEMPO ESPERA [s]	DE	VOLUMEN DESPERDICIAO [l]	AGUA
DUCHA	5	0,2	10		10	
LAVAMANOS	9	0,05	10		4,5	
FREGADERO DOMESTICO	2	0,2	10		4	
					18,5	

TABLA 3.2.3A_AGUA DESPERDICIAO PARA PERFIL 3

Vemos como el volumen de agua desperdiciado cada día es realmente elevado independientemente del perfil. Apreciamos también, que en las viviendas de más ocupantes se desperdicia menos agua debido a que el tiempo de espera disminuye debido a que ,por ejemplo, pese a que el primero en ducharse de una vivienda con más ocupantes espere 40 segundos, el siguiente esperará probablemente menos de 10 segundos, dependiendo del tiempo que transcurra entre cada uso.

Resumiendo las anteriores tres tablas obtenemos la siguiente.

	PERFIL 1	PERFIL 2	PERFIL 3
Por día	26	25	18,5
Por persona/día	26	8,33	3,7
Por mes	780	750	555
Por persona/mes	780	250	111
Por año	9360	9000	6660
Por persona/año	9360	3000	1332

TABLA 3.2.3B_ VOLUMEN AGUA DESPERDICIADA PARA TRES PERFILES CONSUMO

3.3 REQUERIMIENTOS DEL PRODUCTO

Una vez terminada la valoración del problema existente de los apartados anteriores nos disponemos a fijar las características ideales del producto. Debido a que la idea que enfoca el proyecto es la del diseño de un equipo comercializable, antes de plantearse cualquier problema de diseño se determinaran las especificaciones ideales del producto. Así pues, clasificaremos estas especificaciones ideales desde tres puntos de vista distintos: requerimientos del cliente, los requerimientos técnicos y los requerimientos económicos del producto.

A continuación se muestra una tabla con estos requerimientos

REQUERIMIENTOS CLIENTE	AGUA CALIENTE INSTANTANEA (TIEMPO) AHORRAR AGUA EVITAR COSTES ENERGETICOS ADICIONALES PRECIO COMPETITIVO FACIL INSTALACION TAMAÑO REDUCIDO VIDA UTIL(GARANTIA, AMORTIZACION) MANTENIMIENTO MINIMO COMPATIBILIDAD CON INSTALACION ACTUAL NO CAMBIAR HABITOS DE USO CAPACIDAD CONTROL TEMPERATURA POR PARTE DEL CLIENTE
REQUERIMIENTOS TÉCNICOS	APARATO ÚNICO PARA CADA SECCION DE INSTALACION CONTROL TEMPERATURA AGUA CALIENTE POSIBILIDAD CONECTAR-DESCONECTAR SISTEMA FABRICACION Y MONTAJE PRACTICOS COMPONENTES DEL SISTEMA EXISTENTES EN EL MERCADO POSIBILIDAD DIFERENTE INSTALACION DEPENDIENDO DE LA VIVIENDA
REQUERIMIENTOS ECONOMICOS	MATERIALES NORMALIZADOS USO ENERGETICO EFICIENTE MINIMIZACION NUMERO PIEZAS Y COMPONENTES AMORTIZAR EN AL MENOS UN AÑO

TABLA 3.3_ REQUERIMIENTOS CLIENTE, TECNICOS Y ECONOMICOS

CAPITULO 4: SOLUCIONES AL PROBLEMA

Llegados a este punto y una vez planteadas las necesidades del producto, se plantean varias soluciones para el problema, comentando las ventajas e inconvenientes de cada posible solución.

4.1 SOLUCION Nº1

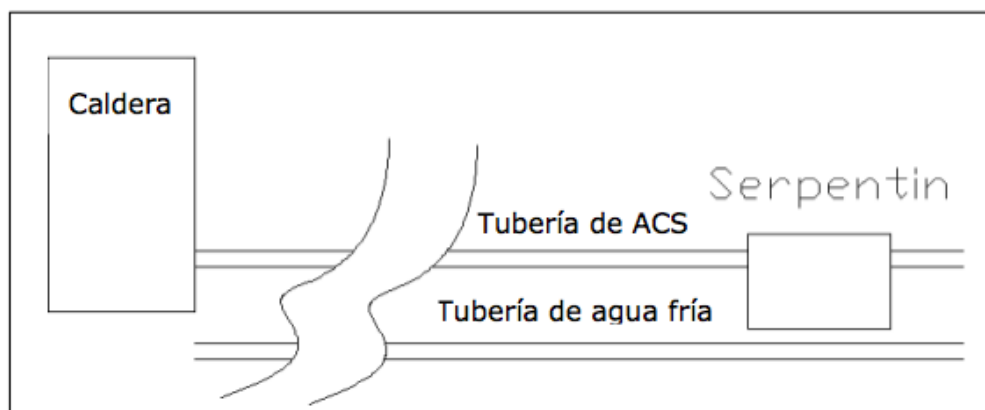
A la altura de la llaves de paso del lavabo, se coloca en paralelo a la tubería existente un serpentín en el que el agua será calentada para permitir un consumo de agua caliente instantáneo. Según accionamos el grifo de agua caliente, establecemos un caudal de agua en la tubería ACS y medimos la temperatura en la entrada de la llave de paso del lavabo y en función de su valor, se direcciona al serpentín (electroválvula) o se permite su paso hacia el punto de consumo.

VENTAJAS

- Agua caliente en pocos segundos
- Fácil instalación
- No necesitamos grupo de presión
- Aprovecha el agua de la tubería, y la del serpentín

INCONVENIENTES

- Necesidad de conectar a la red eléctrica
- Dimensiones: en función de la capacidad de almacenaje del serpentín, éste ocupará más volumen
- El serpentín debe ser capaz de almacenar la cantidad de agua que se pierde hasta alcanzar la temperatura que consideramos idónea. Esta longitud irá en función de la caldera y de la distancia caldera-grifo.
- Pérdida de presión en el tramo del serpentín
- Se debe colocar uno por punto de consumo



IMAGEN_4.1 BOCETO COLOCACION SERPENTIN

4.2 SOLUCION N°2

En este caso no trataremos de calentar el agua, sino almacenarla, para usar más adelante como agua fría demandada desde un grifo, para ser

empleada por la cisterna del WC. Mediante una electroválvula, dependiendo de la temperatura requerida, se enviara o no el agua hacia un deposito. Así, cuando se demande agua fría se consumirá primero el agua existente en el deposito.

VENTAJAS

- Consumo energético reducido(electroválvulas, sensores de temperatura, nivel y presión).
- Coste total reducido(Instalación, materiales)

INCONVENIENTES

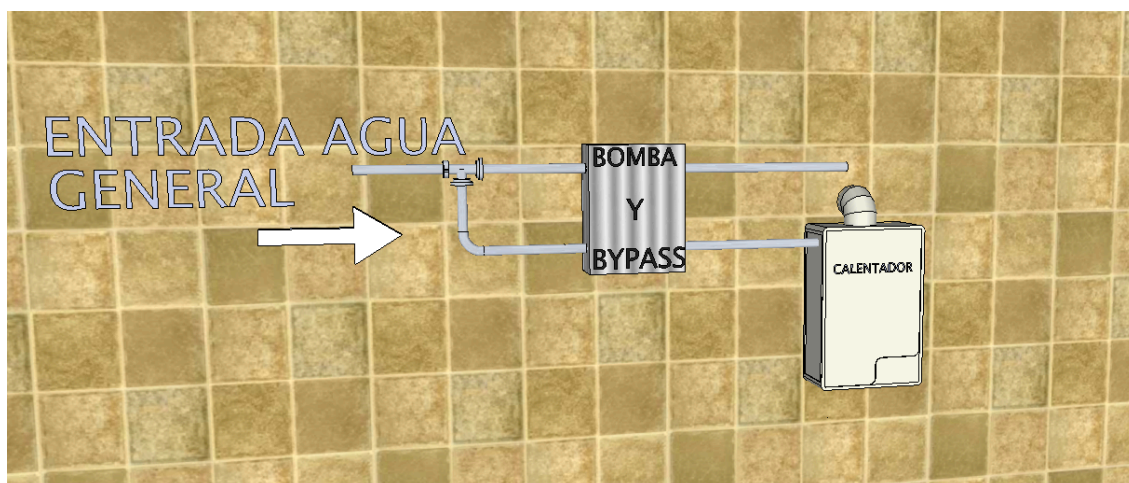
- En función dela capacidad de almacenaje del depósito, éste ocupara más volumen
- Se debe colocar un equipo por habitación
- La cantidad de agua ahorrada dependerá directamente de la capacidad del depósito.

4.3 SOLUCION N°3

El sistema consta de un BYPASS y un sistema de bombeo de agua en la entrada de agua general de la vivienda, antes de la caldera, que será activado mediante señal inalámbrica enviada desde los diferentes puntos de consumo(grifo, cocina, lavabo, bidé ducha...) Habiendo en estos un mecanismo dotado de otro BYPASS que convierte, junto al anterior, el circuito de tuberías en cerrado

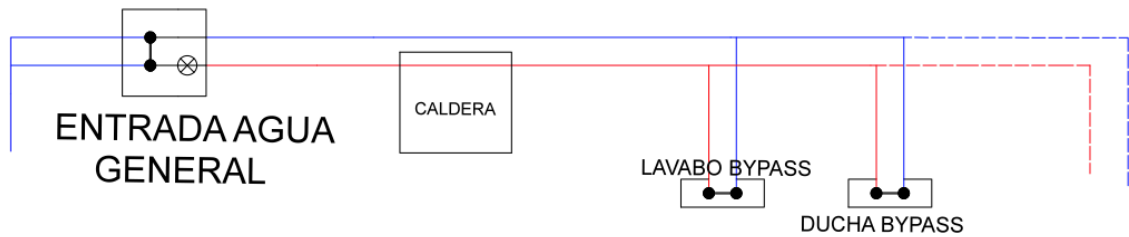
para su futuro bombeo y así recircular el agua y calentarla sin que esta sea desperdiciada.

En la siguiente imagen vemos una idea de la colocación del primer equipo dotado de un BYPASS y una BOMBA. Como ya analizaremos más adelante estos componentes serán activados por señal inalámbrica y servirán para cerrar parcialmente el circuito y bombear agua , haciendo de las tuberías de agua fría y agua caliente un circuito cerrado con el fin de recircular el agua que ha quedado fría en la tubería de agua caliente.



IMAGEN_4.2 IDEA COLICACION BYPASS Y BOMBA ENTRADA AGUA GENERAL

Por otra parte, en el siguiente boceto, podemos apreciar la idea explicada anteriormente y como en cada punto de consumo habrá un equipo instalado que en cada caso de demandar agua caliente y la tubería estuviese fría, activaría su correspondiente BYPASS y la BOMBA y BYPASS que se encuentran antes de la caldera.



IMAGEN_4.3 BOCETO DISPOSICIÓN EQUIPOS

VENTAJAS

- Agua caliente en pocos segundos
- Fácil instalación
- Componentes existentes en el mercado, sin necesidad de diseñar piezas
- Agua ahorrada en su totalidad
- Amortización de instalación de un año
- Posibilidad de desconectar equipo

INCONVENIENTES

- Solución de coste más elevado
- Coste de energía (Accionamiento bomba)
- No podrá emplearse en dos puntos de consumo simultáneamente
- Aconsejable estudio previo de la vivienda

De todas las soluciones planeadas, nos centraremos en desarrollar la solución 4 pese a que probablemente resulte la solución más compleja, creemos que es la solución más profesional y sin lugar a dudas más realista.

CAPITULO 5: EVOLUCION DISEÑO DEL SISTEMA

Partiendo de la solución propuesta en el anterior apartado, estudiaremos la evolución de esta hasta llegar a lo que consideraremos el sistema definitivo.

5.1 FASE 1

Como ya se ha comentado, el equipo se dividirá principalmente en dos partes, por lo que las diferenciaremos, pese a que estén completamente relacionadas, ejercerán diferente fin. Por lo tanto, diferenciaremos estos dos mecanismos llamándolos PRINCIPAL y SECUNDARIO.

5.1.1 ELEMENTOS DEL MECANISMO PRINCIPAL

El mecanismo Principal, tiene como misión recibir la señal inalámbrica enviada desde el punto de consumo y activarse, es decir, abrir el BYPASS y activar la bomba. En la siguiente imagen podemos apreciar los diferentes elementos que lo componen y después se comentará la función de cada uno.

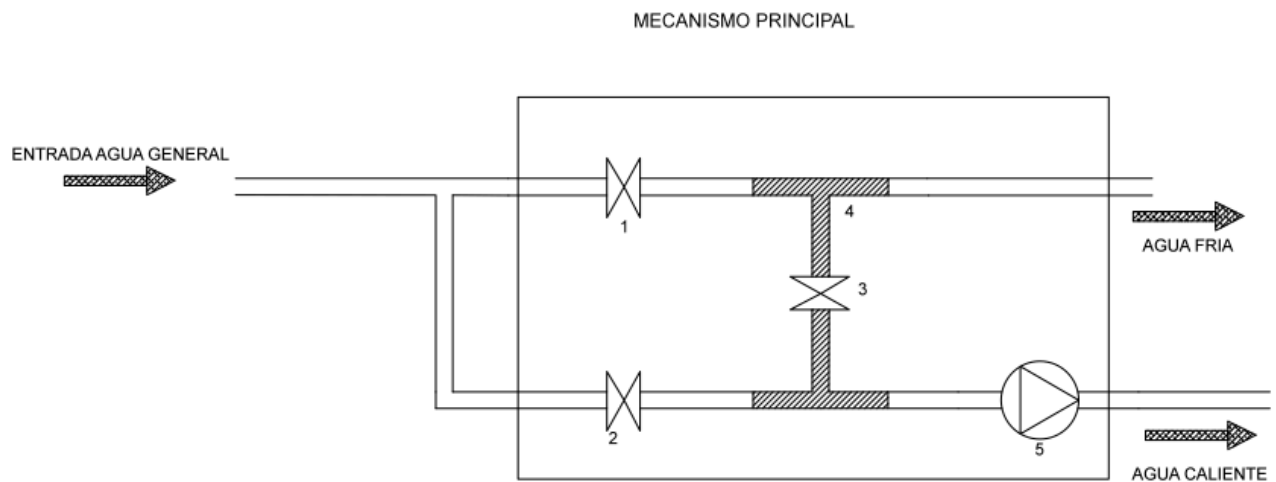


IMAGEN 5.1.1_ ELEMENTOS MECANISMO PRNCIPAL

Los elementos 1 y 2 de la imagen anterior corresponden a dos válvulas anti retorno que van colocadas después de la bifurcación de la tubería de entrada de agua general a las tuberías correspondientes a las del agua fría y caliente y antes de el BYPASS. Como su propio nombre indica, estas válvulas se encargaran de que, una vez activado el sistema, el agua no retroceda y en el caso de que mientras se realiza la recirculación se abriese un punto de consumo, estas válvulas permitirían el paso del agua hacia la recirculación manteniendo siempre el volumen de recirculación constante.

El elemento 3 es una electroválvula NC (normalmente cerrada) que solo se abrirá cuando se active el sistema desde el punto de consumo . Está colocada de tal forma que abrirá el BYPASS, correspondiente al numero 4, con el fin hacer que el agua de la tubería del agua fría pase hacia el agua caliente.

Por último, el numero 5 corresponde a la bomba que se encargará de que el agua existente en las tuberías recircule , activándose mediante señal inalámbrica. El dimensionamiento de esta se hará más adelante, puesto que la potencia dependerá de la longitud y altura que tendrá que suministrar para diferentes viviendas.

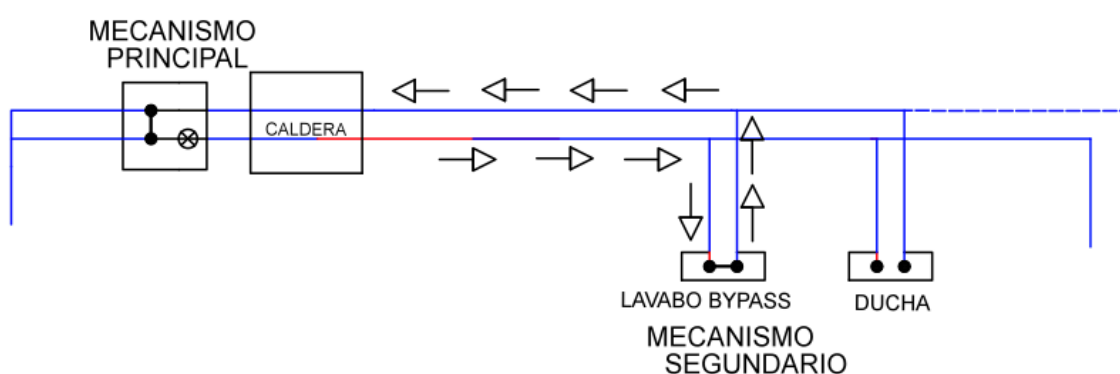


IMAGEN 5.1.1.1_ EJEMPLO RECIRCULACIÓN AGUA

5.1.2 ELEMENTOS DEL MECANISMO SECUNDARIO

Este mecanismo se encargará de conectar las dos salidas del correspondiente punto de consumo mediante un BYPASS una vez sea demandado el ACS mediante un dispositivo pulsador conectado a este.

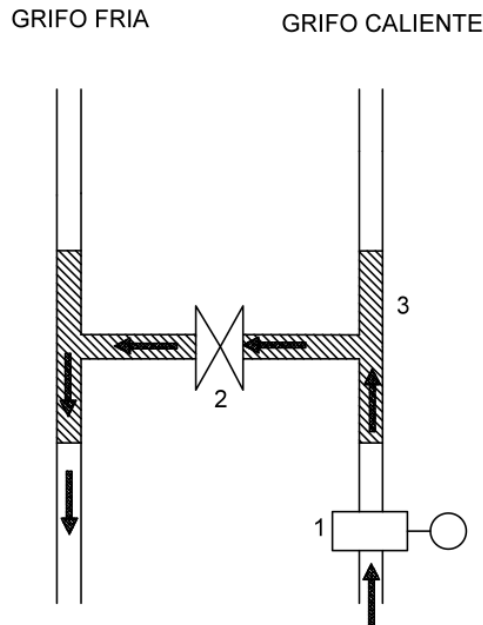


IMAGEN 5.2.-ELEMENTOS MECANISMO SECUNDARIO

El numero 1 corresponde a un termostato que, dependiendo de la temperatura que lea, iluminará un led colocado en el botón de accionamiento del sistema para que así el usuario en caso de querer demandar agua caliente sepa si tiene que activar o no el sistema.

En el caso de que el usuario active el sistema, la electro válvula correspondiente al numero 2 colocada en el BYPASS numero 3, se abrirá dejando pasar el agua enfriada de la tubería del agua caliente y volverá a la caldera pasando por la tubería del agua fría.

Una vez que el termostato indique que la temperatura es la deseada, el usuario podrá utilizarla volviendo a pulsar el botón para detener el sistema.



IMAGEN 5.1.2.1.- IDEA COLOCACION MECANISMO SECUNDARIO

La imagen anterior no es más que un ejemplo visual de la posible colocación del mecanismo secundario.

5.2 FASE 2

Una vez llegados a este punto y como veremos más adelante, nos damos cuenta de que podemos ahorrarnos el BYPASS colocado en el Mecanismo Principal ya que el agua puede girar sin ningún tipo de impedimento en la bifurcación correspondiente a la de la entrada general a las tuberías de agua fría y agua caliente.

En el instante en el que empezamos a recircular el agua desde la tubería de agua caliente a la tubería de agua fría, en la tubería de ACS se produce una caída de presión que hará que el agua recirculada por la tubería de agua fría se dirija hacia la caldera sin necesidad de tener que colocar una válvula anti retorno o el BYPASS del Mecanismo Principal. Esto se traduce en un ahorro significativo en material y dispositivos y simplifica el sistema en su conjunto.

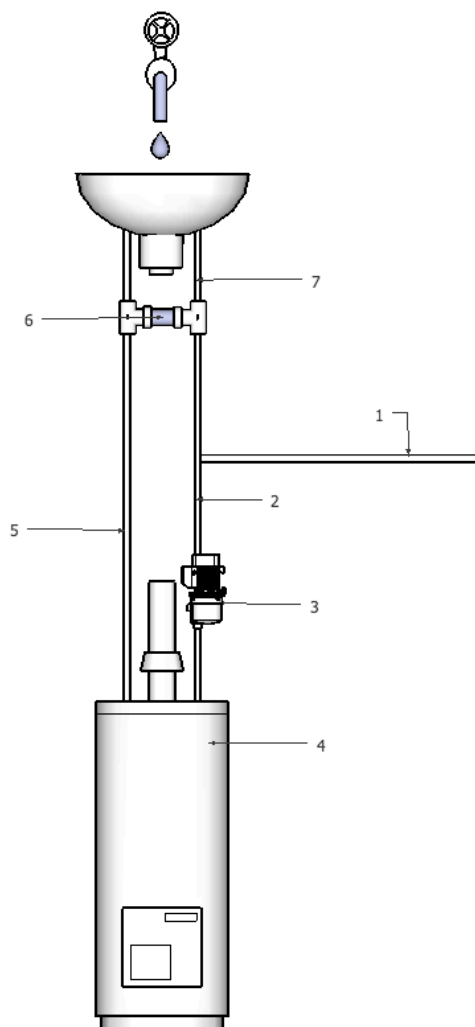


IMAGEN 5.2_ SISTEMA DEFINITIVO

En la imagen superior vemos un modelo simplificado de la instalación sanitaria, donde el 1 corresponde a la entrada de agua general a la vivienda. Esta se bifurca en la 2 ACS y la 7 fría. Si el sistema se activase, la bomba 3 haría circular el agua haciéndolo pasar por la caldera 4,recirculando el agua fría existente en la tubería 5 pasando por el BYPASS 6 llegando de nuevo a la tubería numero 2.

El BYPASS 6 , será a la vez una válvula encargada de cerrarse cuando la temperatura del agua sea considerada de confort deteniendo así el flujo de agua y por lo tanto deteniendo la bomba. Así pues, estudiaremos en los siguientes apartados el diseño del BYPASS/VALVULA 6 .

CAPITULO 6: VALVULA TERMICA

Así llamaremos al dispositivo anteriormente visto en la *IMAGEN 5.2* descrito como BYPASS/VALVULA 6. Esta se encargara de que cuando el agua fluyendo a través de ella llegue a una temperatura de confort se cierre. Para ello y con el fin de dar una mayor eficiencia tanto en diseño como a lo económico se refiere, dispondrá de un elemento de expansión que cortara el flujo a una temperatura determinada sin necesidad de conectarlo a la red o utilizar una válvula termostática convencional debido a que esta no satisface el fin que se persigue.

En la siguiente imagen podemos ver un boceto a mano alzada de la idea que se persigue así como de los elementos por los que es construido .

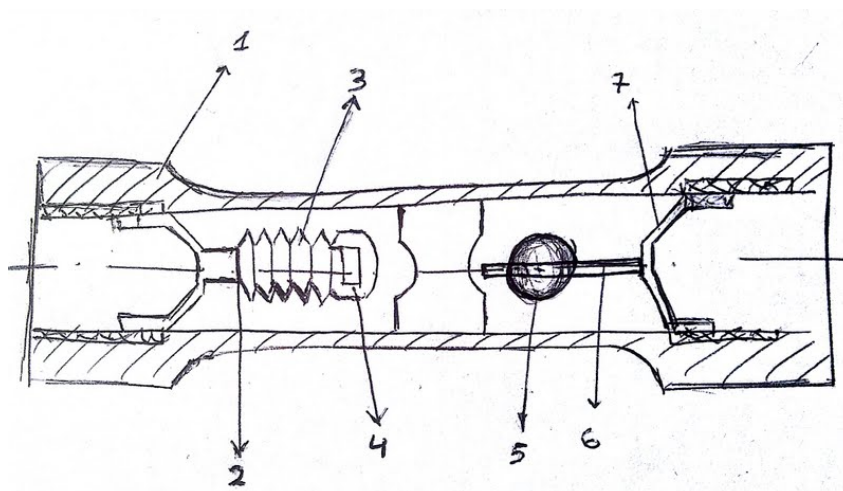


IMAGEN 6_BOCETO VALVULA TERMICA

El elemento de cobertura, un cilindro roscado, corresponde al numero 1 en el cual irán acoplados los dos elementos . El elemento 2 esta compuesto por un cono que permite el paso del flujo a través de una red o malla , un fuelle,3, en el que introduciremos el compuesto con un elevado coeficiente de expansión unido a una bola,4, que cerrara el paso del agua a través de la compuerta colocado en el centro. Por otra parte, para impedir que el agua existente en la tubería del agua fría pase a la del agua caliente, colocaremos el elemento 7, una válvula anti retorno, constituida por otro cono roscado que permitirá el paso a través de su malla y se basara en un eje,6, en el cual irá encajada la bola,5, con el fin de que esta se mueva libremente dependiendo de la dirección del agua, tapando así la compuerta central en caso de que el agua fría intentase pasar hacia la del agua caliente.

6.1 ELEMENTO EXPANSION

Así llamaremos al elemento que irá dentro de la válvula cuya misión será cortar el flujo de agua una vez la temperatura del agua llegue a un valor que consideremos de confort, los 38°C. La unión de este con la válvula será mediante una rosca M20x2,5 como se indica en el apartado correspondiente a PLANOS.

Como ya veremos en las siguientes imágenes, se compone o diferenciamos básicamente tres partes. El elemento roscado y su malla, el fuelle que contiene el elemento de alto coeficiente de expansión y la cabeza

esférica encargada de cerrar el conducto una vez, este elemento haya expandido.

Aquí vemos una captura de pantalla del plano correspondiente a esta pieza, en la que se especifican las cotas o medidas por las que esta compuesta así como las diferentes vistas que se han considerado oportunas para facilitar la visión de la geometría.

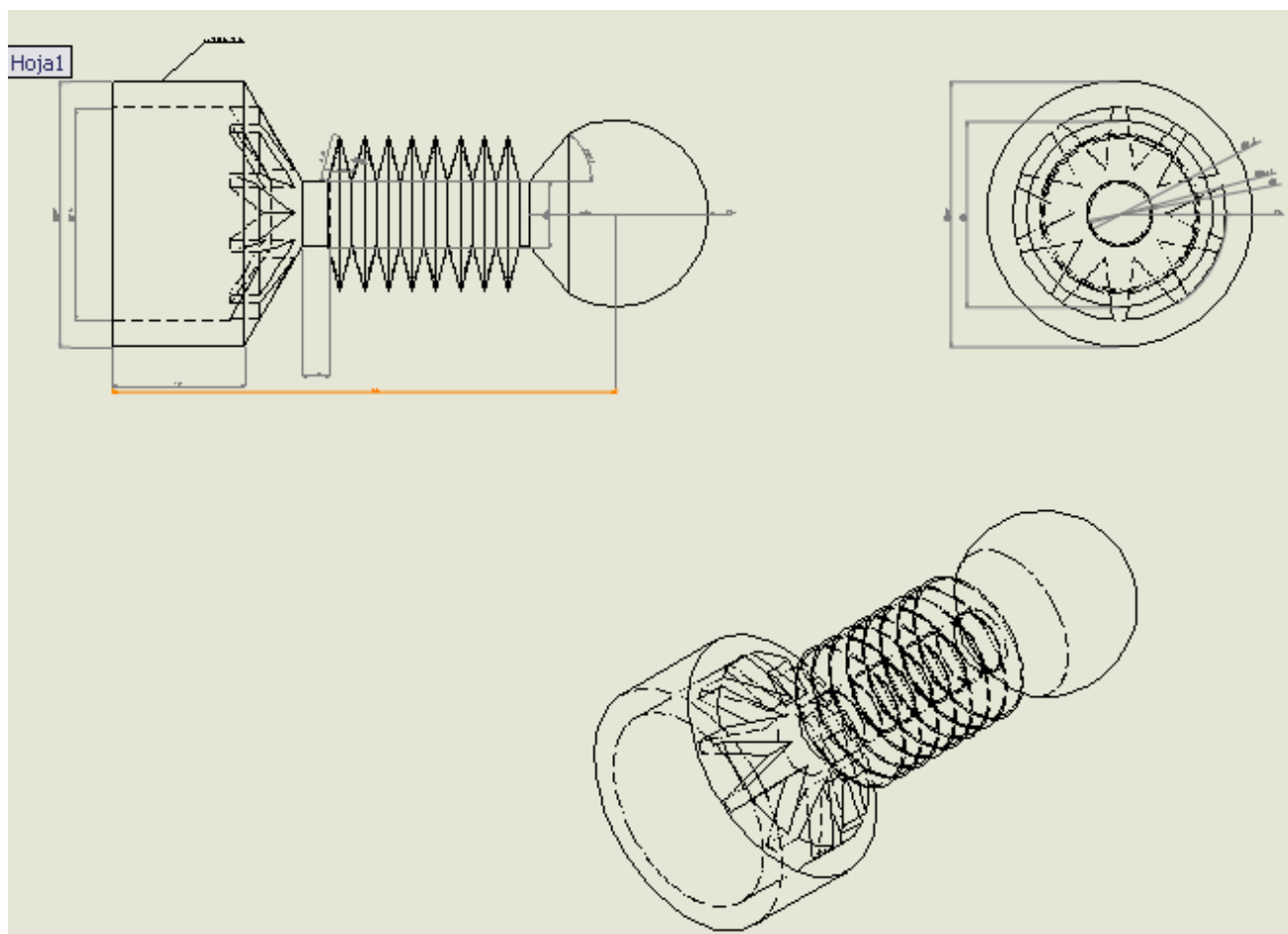


IMAGEN 6.1_PLANO ELEMENTO EXPANSION

6.1.1.- MATERIALES ELEMENTO EXPANSION

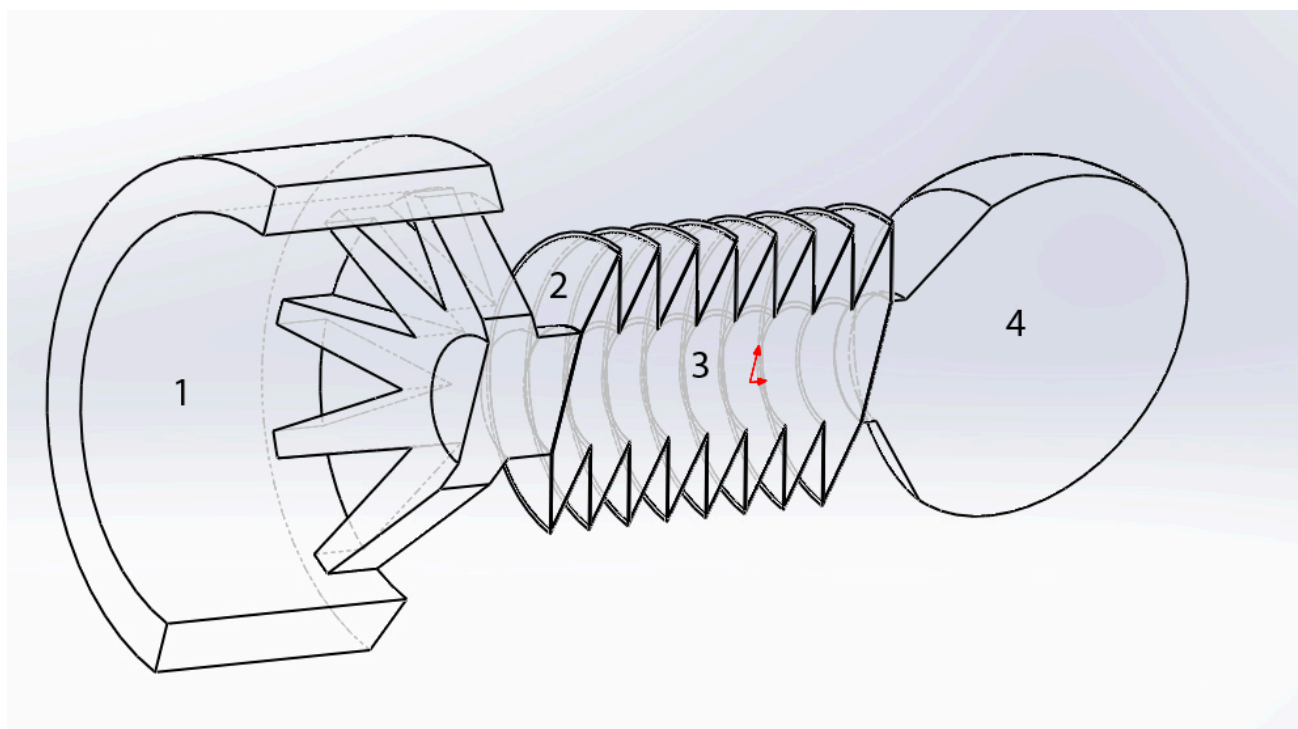


IMAGEN 6.1.1_IMAGEN MATERIALES ELEMENTO EXPANSIÓN

El elemento 1 y 4 son elementos de acero al carbono escogido por su reducido precio en el mercado así como por su fácil mecanizado. Con un coeficiente elástico de 282685049 N/m^2 y un coeficiente de expansión de $1.2 \cdot 10^{-5} / \text{K}$ consiguiendo así trabajar de una manera deseada, es decir, siendo las consecuencias producidas por el rango de temperaturas en el que trabajaremos nulas o despreciables.

Por otra parte, el elemento 2, un fuelle de espesor fino y pensado para evitar expansiones demasiado elevadas, es de material acrílico de impacto medio-alto con un límite elástico de $4,5 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ y un coeficiente expansión de $5.3 \cdot 10^{-5} / \text{K}$ permitiendo así una expansión longitudinal controlada.

Por último, el elemento que hará que expanda cuando el fluido que atraviese esta pieza, correspondiente al número 3, será de caucho. Este material, presenta unas cualidades perfectas para la finalidad que se persigue. Con un límite elástico de 9237370 N/m^2 y coeficiente de expansión de $0,00067/\text{K}$.

Como vemos, este último componente de mayor coeficiente de expansión, será el encargado de dilatar longitudinalmente, en el eje X, la pieza consiguiendo así sellar la apertura colocada en el centro del BYPASS o elemento de cobertura.

6.1.2.- ENSAYOS EN ESTÁTICO

En este ensayo haremos soportar a la pieza una temperatura de 38°C , temperatura que consideramos suficientemente elevada o de confort como para hacer detener el sistema de recirculación. Para ello y mediante el programa SOLIDWORKS hemos simulado el ensayo estático añadiendo una carga exterior, que es la que consideramos más relevante, de temperatura.

Como ya se ha comentado, el fin que se persigue es el de la expansión o dilatación longitudinal del fuelle mediante la aportación de temperatura. En la siguiente imagen, vemos como se ha añadido a la cara exterior de la pieza la propiedad de fija, es decir, que ha sido fijada mediante alguna restricción. En la realidad, será fijada mediante una rosca al cuerpo en el que irá introducida.

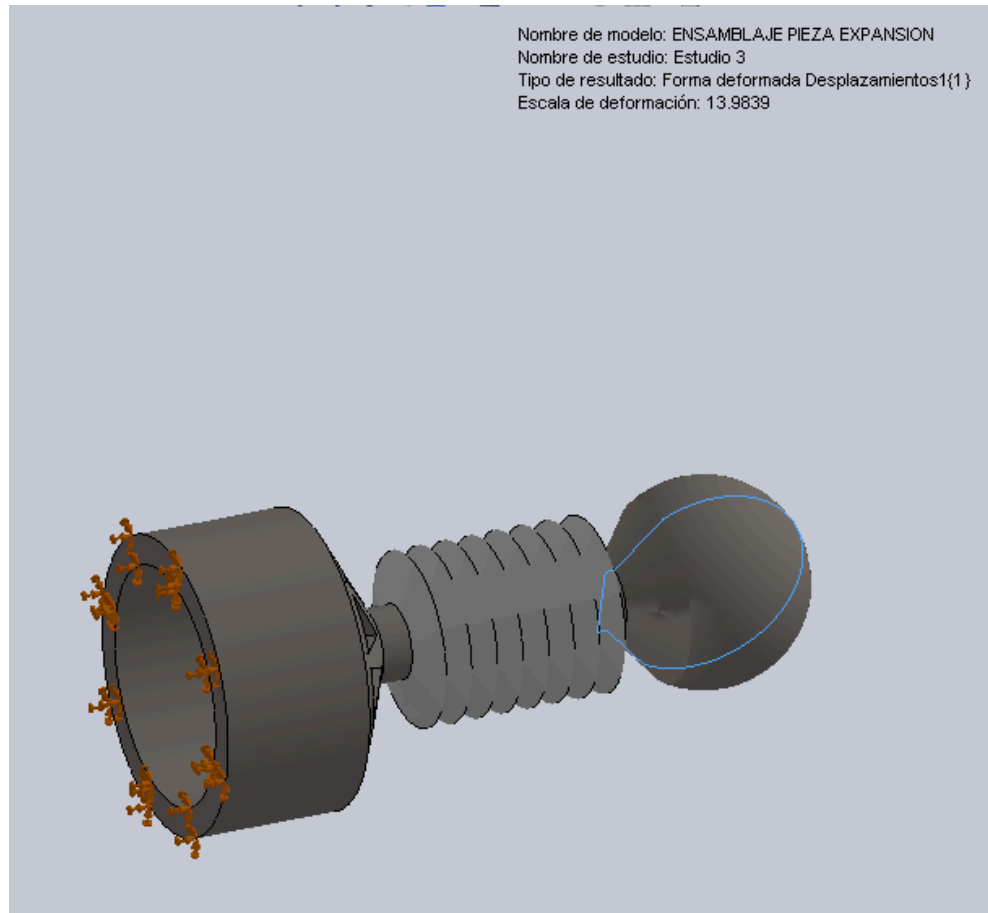


IMAGEN 6.1.2A_ PIEZA PREVIA A LA DEFORMACION

Como vemos, la línea azul indica la posición inicial de la cabeza esférica previa a la aportación de calor y las fechas naranjas, la sujeción o fijación anteriormente explicada.

Cabe señalar que cuando hablamos de deformaciones en la pieza nos referimos única y exclusivamente a el fuelle ya que trabajando a temperaturas tan bajas el único elemento que sufre expansión térmica es caucho introducido en el interior del fuelle.

Debido a que es un ensayo estático aportando como carga externa una temperatura, fijamos como condiciones de ambiente 20°C que es la que supondremos que estará la pieza.

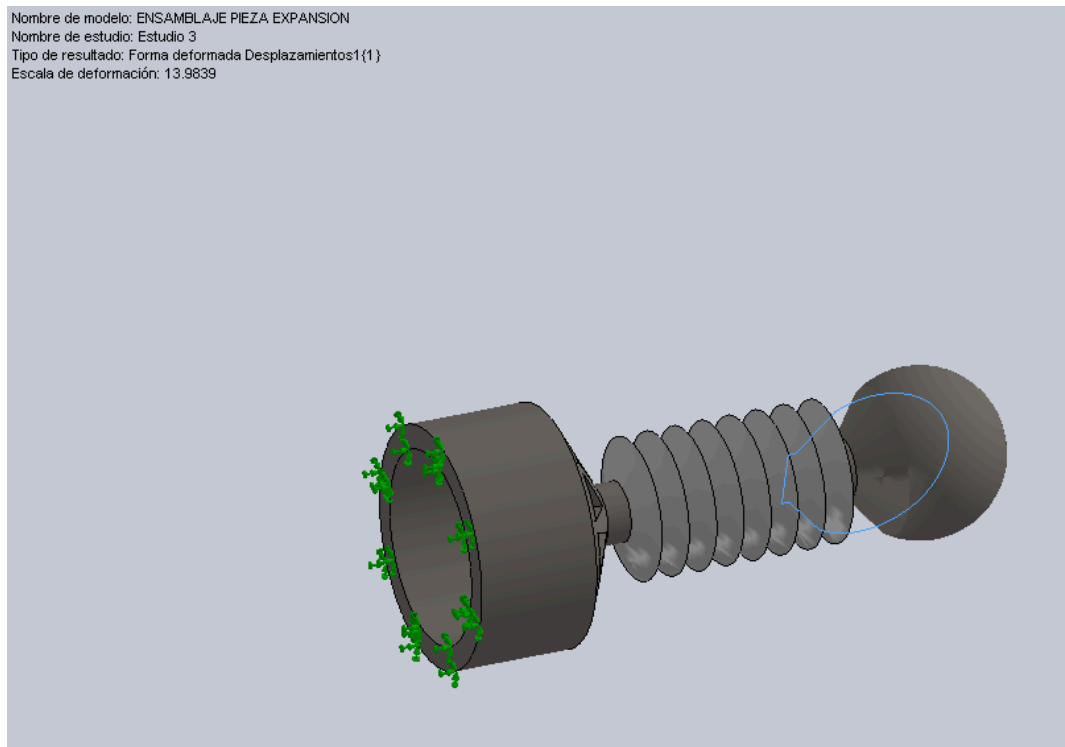


IMAGEN 6.1.2B_ PIEZA DEFORMADA

Vemos como al elevar la temperatura a los 38°C el material de alto coeficiente de expansión térmica alarga la pieza estrechando el diámetro del fuelle manteniendo los demás cuerpos intactos en lo que a deformaciones se refiere.

Mediante las siguientes imágenes cuantificaremos el desplazamiento siendo este el que nos indicara la distancia a la que tendremos que colocar la pieza del estrechamiento con el fin cerrar o cortar el flujo de agua.

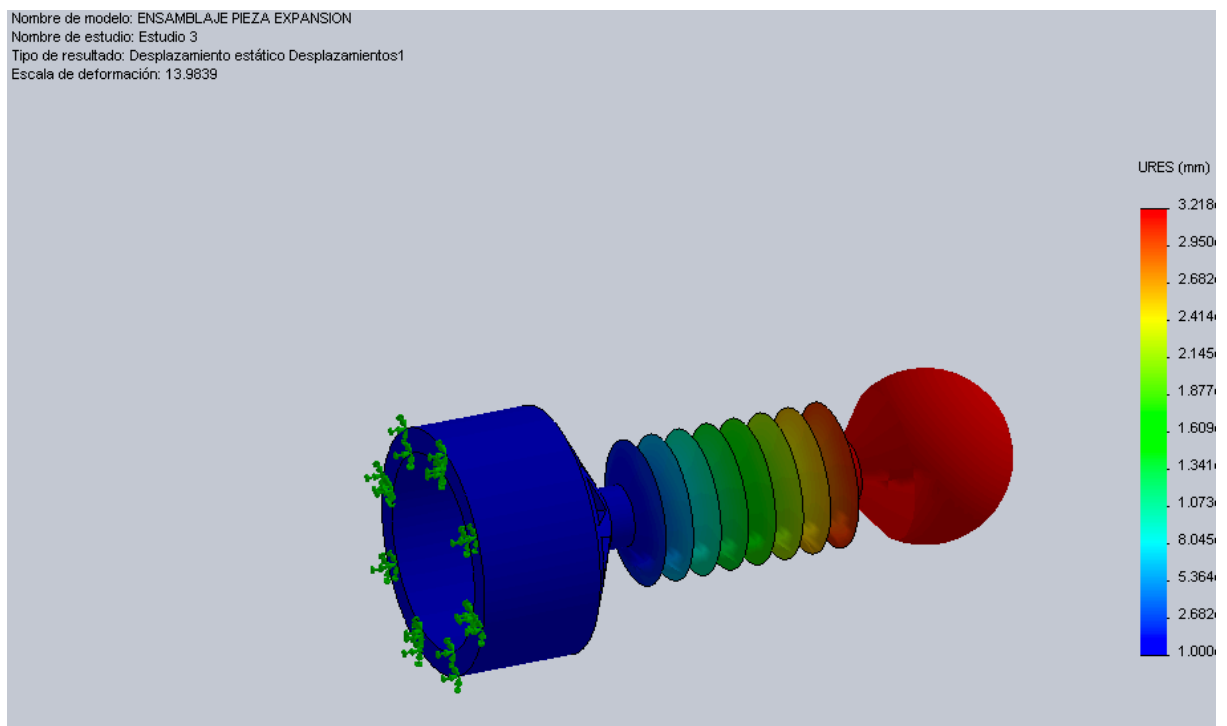


IMAGEN 6.1.2C_ DEFORMACIONES y DESPLAZAMIENTOS

En la imagen anterior vemos el resultado obtenido del estudio de desplazamiento comentado anteriormente en una escala en mm representada por colores. Se aprecia que la expansión comienza justo después del comienzo del fuelle y como va aumentando el desplazamiento conforme avanza su

longitud hasta llegar a la cabeza esférica que, lógicamente, no se dilata debido a que no sufre ningún tipo de dilatación debida a la temperatura a la que esta sometida.

Vemos como llegamos a un máximo de 3,216 mm ,es decir, partiendo de la posición inicial de la cabeza considerándola la de origen considerándola 0, se desplaza esta distancia en el eje x.

Por otra parte, estas dilataciones crean unas tensiones en la pieza que no podemos ignorar por lo que calculamos el ensayo VON MISES y analizamos los resultados.

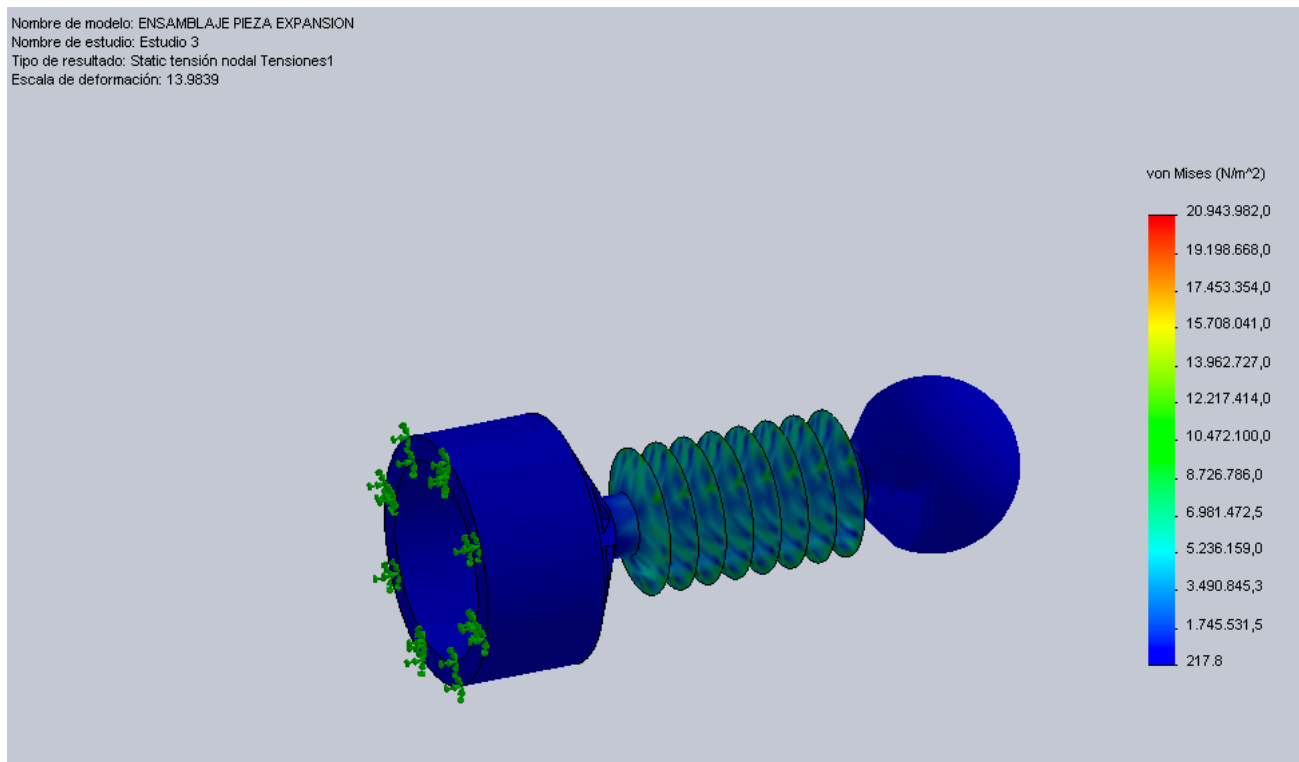


IMAGEN 6.1.2D_ TENSION NODAL VON MISES

En la imagen anterior se aprecia que las tensiones a las que esta expuesta la pieza oscila entre los 217 N/m² y los $6,1981 \cdot 10^6$ N/m² , son valores que no nos preocupan debido a que el elemento que cobra más

importancia en lo que resistir a tensiones se refiere, es el fuelle y como ya hemos mencionado tiene un límite elástico de $45 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ que es considerablemente mayor que la tensión a la que está sometida.

6.2 ELEMENTO ANTIRRETORNO

En el boceto correspondiente a la imagen 6 podemos apreciar este elemento. Su función es la de cortar el flujo del agua si el agua proveniente de la tubería de agua fría tratase de entrar en la del agua caliente, es decir, en caso de una caída de presión, impedir que el flujo invirtiera su sentido.

Para ello, se ha diseñado un dispositivo común en los diseños de las válvulas de retorno. Consta de un elemento fijado con un eje en el que mediante una holgura irá una bola que se desplazará libremente dependiendo el sentido del flujo de agua.

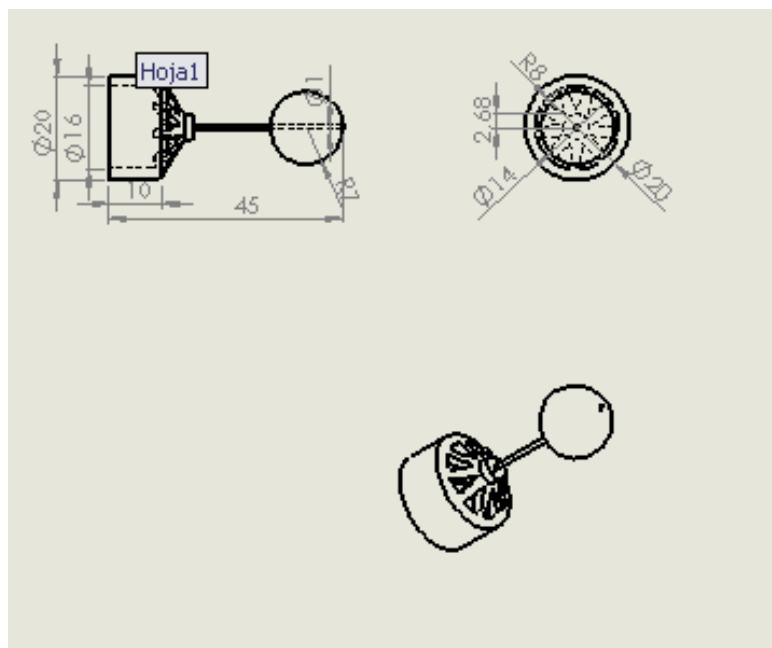


IMAGEN 6.2A_ ELEMENTO ANTIRRETORNO

Vemos en la imagen anterior, los planos de las piezas anteriormente mencionadas . La pieza por la cual es atravesada por el agua va fijada mediante rosca M20x 2,5 al elemento de cobertura que veremos en el siguiente apartado. Este elemento va soldado al eje de 1 mm de diámetro y ambos son de acero al carbono.

La bola, será de un material acrílico escogido por su bajo peso y así fácil movilidad así como por su coeficiente de expansión que a las temperaturas que trabajaremos serán completamente despreciables. Como hemos indicado, la bola se desplazara gracias a la holgura libremente a lo largo del eje.

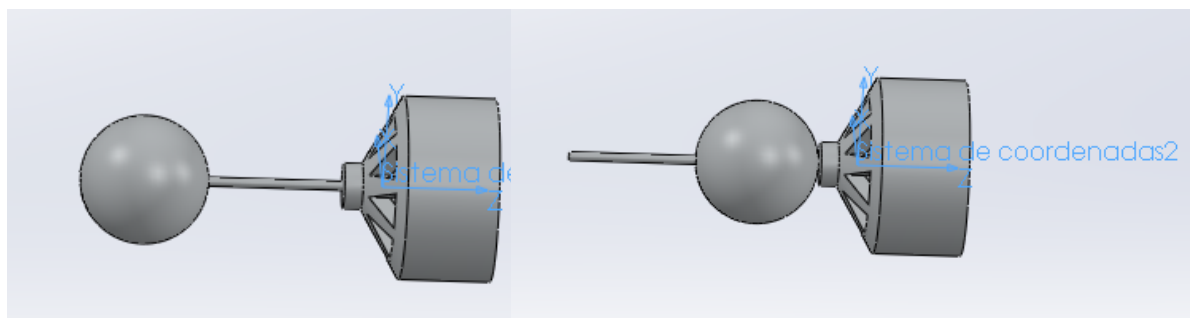


IMAGEN 6.2B_ EJEMPLO DESPLAZAMIENTO

Esta imagen es un mero ejemplo para facilitar la visualización la función de este elemento, en el se aprecian las dos posiciones extremas en las que se encontrará el elemento, la primera corresponde a la de cierre o corte del

flujo y la segunda será la posición que permita el paso del flujo debido a que estará ocurriendo la recirculación.

6.3 ELEMENTO DE COBERTURA

En este irán fijados en cada extremo y como ya veremos en las siguientes imágenes el elemento de expansión y el elemento anti retorno mediante una unión roscada M20 x2,5. El material será acero al carbono escogido por su bajo coste ,propiedades y de fácil tratamiento a la hora de la construcción.

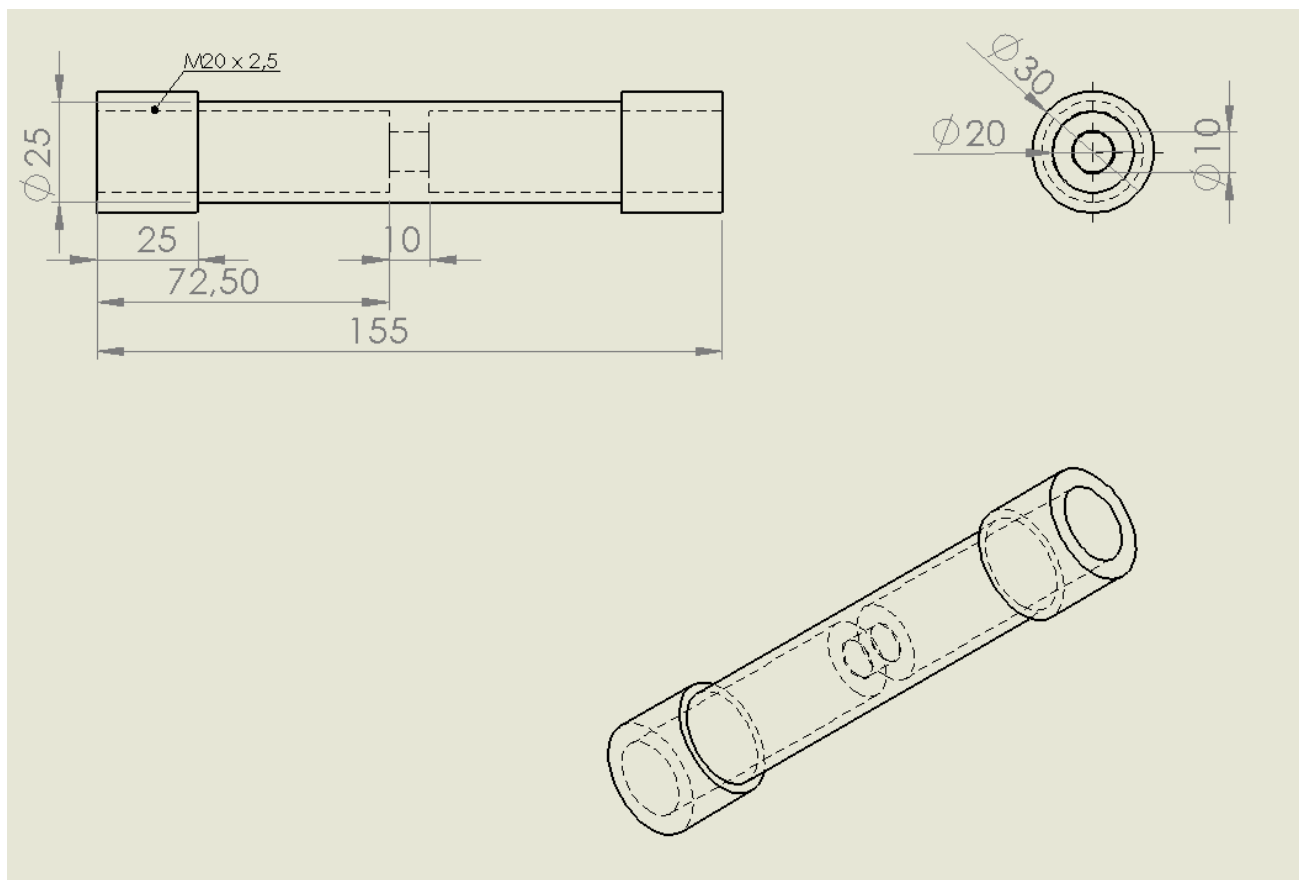


IMAGEN 6.3A_ PLANO ELEMENTO COBERTURA

En la imagen anterior se ven las diferentes vistas que se han considerado oportunas para la mayor comprensión del elemento siendo las medidas anotadas en las cotas en “mm”.

Como ya hemos comentado en el interior ira colocados en cada extremo los elementos de expansión y de anti retorno y a su vez ira roscado cada lado a un racor en forma de T macho.

6.4 ENSAMBLAJE VÁLVULA TÉRMICA

Para finalizar con lo que respecta a la Válvula Térmica se va representar gráficamente cómo irían roscados los elementos a la pieza de cobertura. Las uniones, como ya hemos mencionado serán mediante roscas M20 x 2,5.

En las siguientes imágenes veremos capturas de pantalla

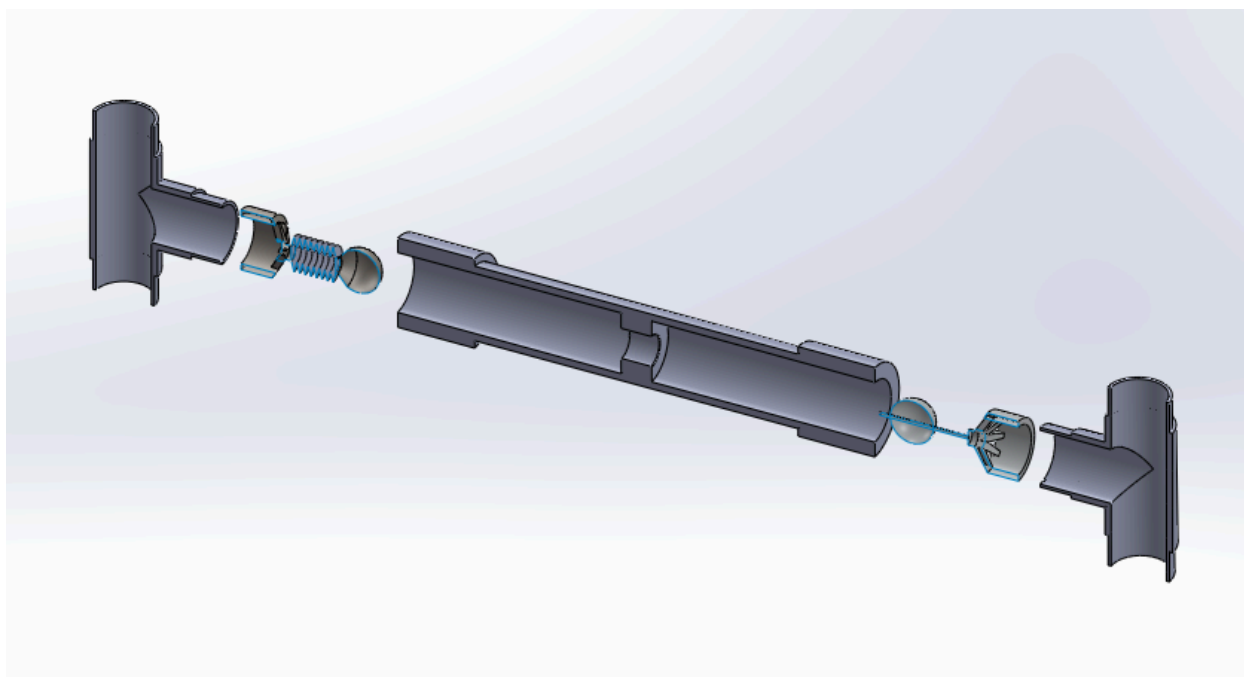


IMAGEN 6.4A_ ENSAMBLAJE VALVULA TERMICA

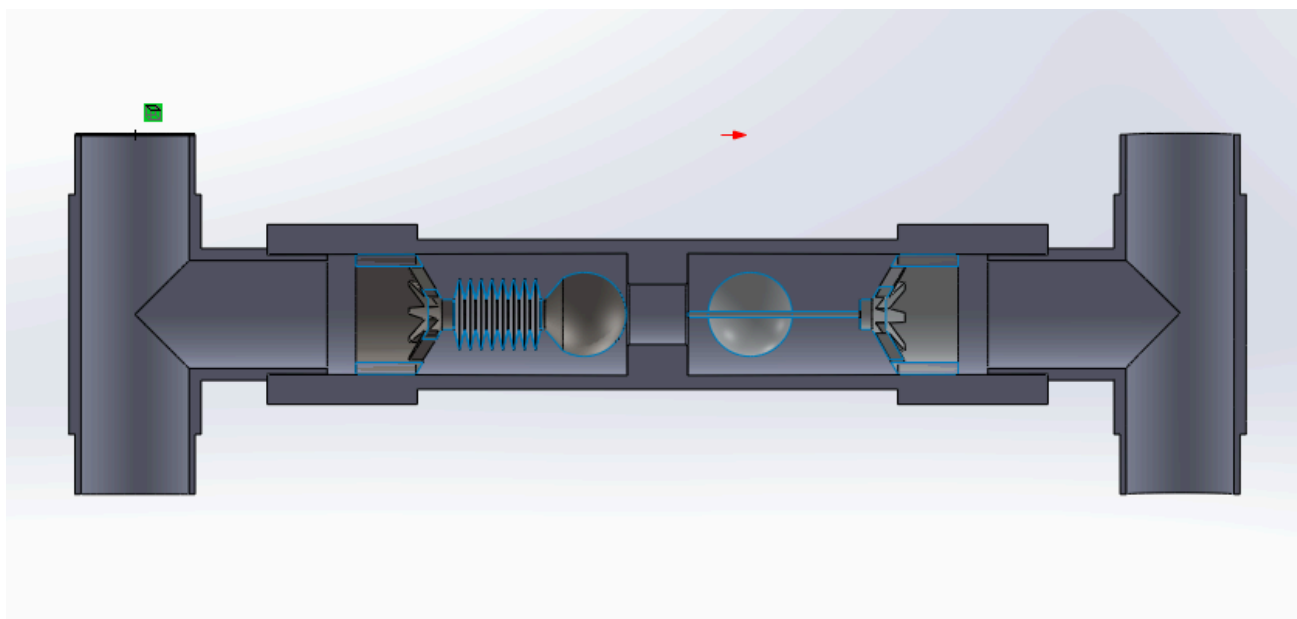


IMAGEN 6.4B_ENSAMBLAJE VALVULA TERMICA

También podemos ver en la siguiente imagen una simulación del paso del fluido por la válvula y como en el paso central aumenta su velocidad correspondiente al cambio de color de azul al rojo. Simula una posición de recirculación del sistema por lo que el agua entrara por el racor izquierdo parte baja y saldrá por el racor derecho parte baja.

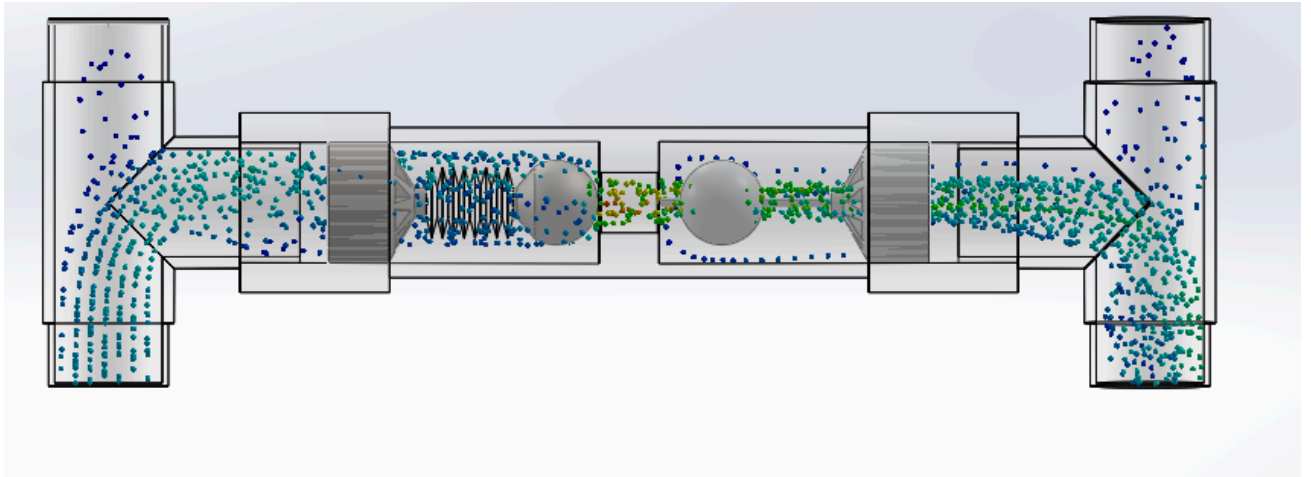


IMAGEN 6.4C_ SIMULACION AGUA PASO POR VALVULA TERMICA

6.5 COLOCACION VALVULA TERMICA

La válvula térmica irá colocada bajo el lavabo mas lejano a la entrada del agua en a vivienda. Si la vivienda tuviese dos plantas, se colocaría una por planta y en el caso de que las tuberías se bifurcaran en la misma planta hacia puntos diferentes se colocarían tantos como bifurcaciones hubiese.

Se emplearan 4 latiguillos metálicos flexibles en cada válvula , como los de la siguiente imagen, enroscados en cada racor .



6.5A_ LATIGUILLOS FLEXIBLES DIAMETRO 20

Una vez enroscados los correspondientes latiguillos en los racor, una pareja enroscara a la salida del grifo y los otros dos a la salida colocada en la pared que podemos apreciar en la siguiente imagen.



IMAGEN 6.5B_ LATIGUILLOS HACIA LA VALVULA

6.6 TECNICAS EN LA FABRICACION DEL MOLDE

En ese apartado veremos las técnicas mediante las cuales habrá que trabajar para realizar la fabricación del elemento de cobertura de la válvula térmica, anteriormente vista. Para la fabricación de los componentes del molde se utilizan, mayoritariamente, las máquinas- herramienta. Estas facilitan el trabajo del hombre y mejoran la rentabilidad de la producción. Las máquinas- herramienta dan forma a las piezas con la ayuda de herramientas y útiles, mediante diferentes movimientos de trabajo de las máquinas, se consigue arranque de viruta de los materiales procesados y esta formación de viruta viene determinada por el tipo de herramienta utilizada y por los movimientos de trabajo. La viruta se forma por el arranque con fuerza de partículas del material y su deformación.

Las máquinas-herramientas son máquinas de precisión y de elevado coste, de las que se pretende un trabajo exacto, alto rendimiento y larga duración. Su precisión de trabajo depende en gran medida del su montaje apropiado y su duración de unos cuidados escurpulosos.

6.6.1 TORNO

El torneado se consigue mediante la máquina-herramienta del torno. El torno opera haciendo girar la pieza a mecanizar, la pieza se sujeta previamente a los puntos de centraje de la máquina, mientras una o varias herramientas de corte inciden en la superficie de la pieza a mecanizar, regulando este

movimiento mediante el avance. El torno trabaja sobre el plano ya que tiene solo dos ejes de trabajo, estos ejes son llamados Z y X. La herramienta de corte va fijada sobre un carro que se desplaza paralelo al eje de giro de la pieza a mecanizar (eje Z), sobre este carro se mueve otro que tornea la pieza en dirección radial (eje X), ocasionalmente puede haber otro carro de trabajo opcionalmente inclinado para la mecanización de elementos cónicos.

Con la máquina-herramienta del torno se puede hacer múltiples trabajos mediante el empleo de accesorios adicionales, los numerosos tipos de torno son apropiados para la fabricación en serie, para el mecanizado de piezas muy grandes o muy pequeñas o para procesos de trabajos especiales.

Las herramientas de tornear con placas de corte de metal duro están normalizadas en DIN 4971 a 4981 y las herramientas con placas de corte de acero rápido en DIN 4951 a 4965.

Los filos de las herramientas de torneado se fabrican de diversos materiales, para su elección se debe de determinar el material de la pieza a mecanizar, la velocidad de corte deseada, el acabado superficial deseable, así como la frecuencia de utilización y precio.

Los trabajos más importantes en el torneado son:

Desbaste: Arranque de viruta en condiciones de corte convenientes para obtener el máximo rendimiento de corte, sin tener en consideración la exactitud de medidas y forma de la pieza mecanizada.

Acabado: Arranque de viruta con la finalidad de obtener una determinada exactitud en medidas y forma de la pieza, sin tener en consideración el rendimiento del corte.

Refrentado: Obtención de superficie plana perpendicular al eje de giro de la pieza trabajada.

Cilindrado: Torneado para la obtención de una superficie cilíndrica circular.

Perfilado: Torneado en el que se consigue el perfil de la pieza por medio del control manual del movimiento de avance, con plantilla o con programa.

Roscado: Obtención, mediante herramienta de perfiles, una superficie roscada, siendo el avance por cada revolución igual que el paso de la rosca.

Torneado de roscas: Roscado con avance paralelo al eje de giro de la pieza trabajada utilizando una herramienta de roscar.

Torneado con peine de roscar: Roscado con avance paralelo al eje de giro de la pieza trabajada con un peine.

Terrajado: Roscado con avance paralelo al eje de giro de la pieza trabajada utilizando una terraja o un cabezal de roscar.

Moleteado: Las herramientas de moletear marcan sus dientes en las superficies las cuales no deben de ser escurridizas.

6.6.2 FRESADORA

La fresadora es la máquina-herramienta empleada para dar formas complejas a piezas de metal, son máquinas que pueden ejecutar un gran número de operaciones de mecanizado complejas y suelen estar controladas electrónicamente, mediante consolas CNC (control numérico), para recibir instrucciones para su operación automática. El movimiento, sobre la pieza a mecanizar, es realizado mediante una bancada móvil en la que se sujeta la pieza a tratar, para así mecanizar en las diferentes dimensiones de trabajo.

Tipos de fresas:

- Fresas cilíndricas: Fresas de mango cilíndrico que se sujetan a la máquina mediante elementos de apriete en función del diámetro del mango.
 - Fresas circulares: Fresas en forma de disco, con agujero central que se acopla al eje portafresas, suelen ser de acero rápido y la forma de sus dientes le permite cortar de forma frontal y lateral al mismo tiempo.
 - Fresas circulares de perfil constante: Fresas con dientes tallados de forma especial, especiales para el tallado de engranajes.
 - Fresas de plato: Fresas de gran tamaño, empleadas con cabezal vertical para mecanizar las piezas de una sola pasada. Las plaquetas son de metal duro ya que permiten su reposición rápida y pueden trabajar a velocidades de corte elevadas.
- Tipos de fresados:
- Fresas de dientes aguzados o fresados: Los filos son rectos y se emplean para mecanizar superficies planas.

- Fresas destanoladas: Los filos son curvados y tienen la forma de la pieza a mecanizar.

- Fresas de planeo perimetral: Son fresas con dientes oblicuos que reducen el esfuerzo intermitente y la superficie fresada queda ondulada.

- Fresas de planeo perimetral y frontal: El eje de la fresa debe de estar perfectamente perpendicular a la pieza para que la superficie de trabajo no resulte cóncava.

- Fresado en sentido contrario al avance: El avance tiene el sentido contrario al movimiento del corte. Tiene el inconveniente que la fresa resbala al atacar la pieza. Rendimiento de corte bajo.

- Fresado en sentido del avance: El avance y el movimiento del corte tienen el mismo sentido. El ataque a la pieza es mejor que en el fresado en sentido contrario al avance, la fresa dura más tiempo, se consiguen mayores profundidades

6.6.3 TALADRADO

El taladrado es un procedimiento de arranque de viruta con movimiento de corte circular y en el cual la herramienta solo tiene movimiento de avance en la dirección del eje de giro. El taladrado comprende distintos procedimientos como avellanado y escariado.

Las herramientas para taladrar son de dos filos normalmente, de acero para herramientas, para mecanizar piezas macizas de material o para agrandar

o mejorar orificios ya existentes.

En el taladrado la broca actúa como una herramienta de múltiples filos. Como el filo transversal también actúa en la dirección del avance, la broca tiene tres filos principales. Según DIN 6581 se distinguen dos filos auxiliares y dos extremos de filo.

Tipos de taladradoras:

- Taladradora de columna: El husillo realiza un movimiento circular de giro como movimiento principal y un movimiento rectilíneo y axial como movimiento de avance. Con estas máquinas se puede taladrar, avellanar y escariar.

- Taladradora de husillos en línea: El husillo está situado en el cabezal y el movimiento se transmite a éste a través de ruedas dentadas que transmiten movimiento hasta un máximo de 32 husillos articulados. Cada uno de estos husillos articulados pueden llevar una herramienta, de forma que se reducen los tiempos de fabricación.

- Taladradora radial: Se emplea para el mecanizado de piezas especialmente grandes que no pueden moverse ni colocarse sobre la mesa de trabajo. La construcción especial de la máquina permite colocar el husillo con su herramienta sobre el punto de trabajo.

Avellanado:

Es un tipo de taladrado con una herramienta de dos o más filos. Se

emplea para desbarbar orificios con cantos vivos, avellanado de perfiles, para ensanchar orificios provenientes de fundición o previamente taladrados y dejarlos a medida real, para el avellanado profundo de rebajes cilíndricos y para el avellanado plano de superficies planas.

- Avellanadores cónicos: Se fabrican con diámetros de 8 a 80 mm, con ángulo de punta de 60º se emplean para desbarbar, de 75º para alojar las cabezas de los roblones, de 90º para alojar las cabezas cónicas de los tornillos y de 120º para recalcar las cabezas de los roblones.

- Avellanadores helicoidales: Se emplean para ensanchar taladros. El orificio queda liso.

- Avellanadores planos: Se emplea para el avellanado plano de superficies salientes y no lisas de piezas de fundición.

- Avellanadores de espiga: Se emplean para el avellanado profundo de superficies planas y para el asiento de cabezas de tornillos cilíndricos.

Escariado:

El escariado mecánico es un tipo de taladrado para mecanizar orificios cilíndricos. Con el escariado se consigue un mejor acabado de la superficie y un diámetro exacto. Por regla general corresponde a la clase de tolerancia H7.

- Escariado en la taladradora vertical: Con objeto de que el escariador tenga en las paredes del taladro suficiente material para arrancar, el agujero se taladra previamente a un diámetro inferior al diámetro final del agujero.

Cuando se realiza el taladro previo al escariado, se ha de tener en cuenta el juego a que da lugar la broca.

6.6.4 CEPILLADO Y MORTAJADO

El cepillado, junto con el mortajado y el fresado, constituye un importante proceso de trabajo para conseguir superficies planas y curvas. El cepillado consiste en arrancar virutas con un útil de un solo filo, sin que éste este en continua acción. Este proceso es apropiado para mecanizar superficies largas y estrechas.

Las piezas, con el cepillado, sufren poco calentamiento con la consecuente poca deformación, gran exactitud dimensional y las herramientas son baratas. Los inconvenientes son los tiempos largos de mecanizado y los requerimientos de potencias altas para mover piezas pesadas.

Mediante el mortajado, se mecanizan ranuras interiores, dentados interiores, vaciados, perfilados de superficie con bordes curvos, etc. Como la máquina de mortajar trabaja de modo lento, ha sido desplazada por la máquina de brochar cuando se trata de trabajos en serie. Existen las mortajadoras verticales, que realizan el movimiento rectilíneo de avance de forma vertical, y las mortajadoras horizontales, que realizan el avance en forma horizontal.

6.6.5 BROCHADO

El brochado se utiliza en la fabricación en serie para mecanizar las caras interiores y exteriores de piezas pequeñas y de tamaño mediano. El brochado es un proceso de arranque de viruta mediante un útil de varios filos llamado brocha. La brocha esta provista de multitud de dientes cortantes, ésta se introduce en los alojamientos previamente taladrados y se elimina por arranque de viruta el exceso de material.

Mediante el brochado se consiguen, con poco tiempo de mecanizado, piezas de dimensiones exactas y de elevada calidad superficial. Para cada forma de pieza es necesario una brocha especial y se debe fabricar, es por este motivo que el brochado solo es rentable para grandes series de piezas a mecanizar, ya que la fabricación de los útiles no es económica.

Las brochas se suelen fabricar de acero templado, los dientes, a lo largo del útil, cada vez son un poco más altos y éstos se adaptan al perfil deseado.

6.6.6. ESMERILADO

Los trabajos corrientes que se hacen con el esmerilado son el afilado de herramientas y el mecanizado de piezas templadas y sin temprar. El esmerilado trata de eliminar irregularidades (desbarbar) o de conseguir piezas redondas o

planas de gran exactitud de medidas y de elevada calidad superficial (rectificado).

El esmerilado es un proceso de arranque de viruta mediante forma geométrica indeterminada de los filos cortantes (granos abrasivos). Como útil se emplea generalmente un disco abrasivo rotativo. De su superficie resaltan granos de material abrasivo que dan lugar, gracias a sus aristas y vértices, al arranque de viruta.

Los procedimientos de rectificado se diferencian entre sí por las distintas clases de los movimientos de avance y de aproximación, mientras que el movimiento de corte lo realiza siempre la herramienta. Los tipos de rectificado son los siguientes:

- Rectificado cilíndrico: Mediante el rectificado puede conferirse exactitud de medidas y elevada calidad superficial a piezas de formas cilíndricas. Se diferencia entre rectificado cilíndrico exterior e interior. La exactitud de medidas puede lograrse mediante el rectificado de manera más fácil que con el torneado, ya que el espesor de viruta en el rectificado es mucho mas pequeño que en el torneado. También se consiguen unas calidades superficiales elevadas que reducen el rozamiento en las piezas al deslizarse y favorece con ello las condiciones de movimiento y apoyo.

- Rectificado plano: Se realiza para conseguir superficies planas.

- Rectificado periférico: La herramienta giratoria realiza el corte

con su superficie periférica.

- Rectificado lateral: La herramienta giratoria realiza el corte con una de sus superficies laterales.

- Rectificado longitudinal: La dirección del avance principal es paralela a la superficie mecanizada.

- Rectificado giratorio: El movimiento de avance es circular. El pulido es un esmerilado fino de piezas redondas o planas realizado mediante material abrasivo. La elección del material para pulir se rige por el material a trabajar y por la calidad superficial deseada. Los tipos de pulido son:

- Pulido a mano: La acción de esmerilado se realiza a mano utilizando, como útil, una abrazadera con anillo de pulir reemplazable de cobre, metal blanco o fundición gris. El material abrasivo se aplica con un pincel sobre la zona a pulir, y la pieza a pulir gira con velocidad periférica.

- Pulido a máquina: Este tipo de pulido se emplea para pulir grandes series de piezas. Las piezas se disponen en un montaje y son conducidas entre dos discos planos de pulir. La pasta de pulir se aplica mediante un pincel o se hace llegar a través de una bomba. Para pulir se baja el disco superior y por su propio peso o ayudado por una presión exterior, se aplica contra la pieza.

6.6.7 ROSCADO

En el roscado, las roscas pueden ser exteriores (pernos roscados o

husillos roscados) e interiores (hembra o tuerca). Según el fin o aplicación se distingue entre roscas de fijación o roscas de movimiento.

Roscas de fijación: Sirven para unir o fijar piezas.

Roscas de movimiento: Tienen por misión la de hacer mover mediante movimiento de avance piezas.

Las roscas están normalizadas tanto en la forma como en las dimensiones y su clasificación es:

Rosca triangular: Roscas especialmente pensadas para grandes esfuerzos sin que se aflojen por si solas. Normalmente se emplean para tornillos de fijación. La sección triangular del filete da lugar a un paso reducido, conveniente para la obtención de un gran esfuerzo de aprieto.

Rosca Whitworth: El ángulo de los flancos es de 55° . El paso se designa mediante el número de hilos o filetes por pulgada. En los países con sistema métrico decimal no se emplea esta rosca.

Roscas finas: Tienen paso más pequeños y profundidades de rosca menores que las roscas corrientes métricas. Consecuencia de los pasos reducidos, se obtiene una mejor autoretenición, ideal para roscas que están expuestas a vibraciones o sacudidas.

Rosca trapecial: Esta rosca es ideal para fijaciones de movimiento. El ángulo de los flancos es de 30° , el diámetro exterior y el núcleo dejan juego entre si.

Rosca de sierra: Se emplea para la sujeción de elementos afectados por fuertes presiones unilaterales, el flanco activo tiene una inclinación de 3° y el dorso que no trabaja una inclinación de 30° .

Rosca redondeada: Rosca poco sensible a deterioros, empleada para husillos de válvulas, acoplamientos ferroviarios, roscas de mangueras, etc.

Las roscas se pueden obtener mediante el roscado de machos, mediante terrajas a mano o a máquina. Con frecuencia se hacen roscas por prensado y por colada. La elección del procedimiento de fabricación se rige por el número de piezas a roscar, por la exactitud de la rosca y las calidades exigidas y por la economía.

Normalmente, para el roscado de cualquier métrico normalizado, se tiene que taladrar previamente el alojamiento, dejando un exceso de material para poder realizar la rosca.

CAPITULO 7: PERDIDAS DE CARGA EN LA VALVULA

7.1 TIPOS DE PRESIÓN

En primer lugar comentar que se distingue entre dos tipos de presiones, la presión estática y la presión dinámica:

-Presión estática: Es la presión que ejerce el fluido sobre las paredes que lo contienen cuando se encuentra en reposo

-Presión dinámica: presión que ejerce el fluido sobre las paredes que lo contienen cuando se encuentra en movimiento. Este valor dependerá de la velocidad y rugosidad de la tubería.

Se debe garantizar en los puntos de consumo un valor de presión mínimo estipulado en CTE.

7.2 TIPOS DE REGIMENES DE FLUIDOS

En el paso de flujo de fluido por la tuberías, hay dos tipos de régimen de fluidos. Cuando la velocidad media del fluido es pequeña, las laminas de fluido se desplazan en líneas rectas, pero a medida que el caudal se incrementa, llega un momento en que se alcanza una velocidad en donde las laminas comienzan

a ondularse y se rompen en forma brusca y difusa. La velocidad a la cual ocurre, se llama velocidad crítica.

El tipo de flujo que existe a velocidades más bajas que la crítica, se conoce como régimen laminar. Este régimen se caracteriza por el deslizamiento de capas cilíndricas concéntricas una sobre otra de manera ordenada. La velocidad del fluido es máxima en el eje de la tubería y disminuye rápidamente hasta anularse en la pared de la tubería.

El tipo de flujo que existe a velocidades mayores que la crítica, se conoce como régimen turbulento. En este tipo de régimen hay un movimiento irregular e indeterminado de las partículas del fluido en direcciones transversales a la dirección principal del flujo. La distribución de velocidades en el régimen turbulento es más uniforme a través del diámetro de la tubería que en régimen laminar.

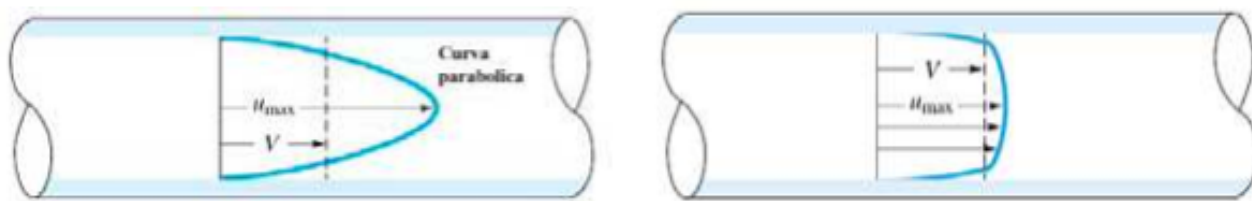


IMAGEN 7.2 A_ FLUJO LAMINAR Y FLUJO TURBULENTO

El régimen de flujo en tuberías, depende del diámetro de la tubería, de la densidad y la viscosidad del fluido y de la velocidad del flujo. El valor

numérico de una combinación adimensional de estas cuatro variables, conocido como el número de Reynolds, puede considerarse como la relación de las fuerzas dinámicas de la masa del fluido respecto a los esfuerzos de deformación ocasionados por la viscosidad.

$$Re = \frac{\rho c D}{\mu} = \frac{c D}{\nu} = \frac{\text{Fuerzas de inercia}}{\text{Fuerzas viscosas}}$$

El régimen de flujo en tuberías se considera como laminar si el número de Reynolds es menor que 2000 y turbulento si el número de Reynolds es superior a 4000. Entre estos dos valores está la zona denominada “crítica” donde el régimen de flujo es impredecible, pudiendo ser laminar, turbulento o de transición.

En tuberías comerciales se suele definir la frontera entre flujo laminar y de transición en un valor de $Re=2300$, el cual es denominado como Reynolds crítico.

7.3. PÉRDIDA DE CARGA

El flujo de los fluidos en tuberías está siempre acompañado de rozamiento de las partículas del fluido entre sí y, consecuentemente, por la pérdida de energía disponible. Una forma de expresión de la aplicación de la ley de la conservación de la energía al flujo de fluidos en una tubería es el teorema de Bernoulli. El balance de energía puede escribirse para dos puntos

del fluido, y las pérdidas por rozamiento en la tubería desde el punto uno al punto dos, se expresa como la pérdida de altura en metros de fluido.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho_1 g} + \frac{C_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho_2 g} + \frac{C_2^2}{2g} + h$$

También puede escribirse:

$$gZ_1 + \frac{P_1}{\rho_1} + \frac{C_1^2}{2} = gZ_2 + \frac{P_2}{\rho_2} + \frac{C_2^2}{2} + w_f$$

El factor de fricción depende de las condiciones de flujo en la que nos encontremos. Para condiciones de flujo laminar, la fricción dependerá sólo del número de Reynolds, mientras que para el flujo turbulento, dependerá del número de Reynolds, y del tipo de pared de la tubería.

La pérdida de energía disponible en el paso del flujo de fluido por tubería puede deberse a dos motivos:

1. Debido al rozamiento que ofrecen las tuberías de trazado principales (tramos rectos), llamadas pérdidas de carga principal o pérdidas de carga lineal.
2. Debido a obstáculos que encuentra el agua en su circulación, Llamadas pérdidas de carga secundarias o pérdidas de carga localizadas.

7.4 PÉRDIDAS DE CARGA PRINCIPALES

Como se ha dicho en el apartado anterior, estas pérdidas son debidas al rozamiento que ofrecen las tuberías en tramos rectos.

Hipótesis de trabajo para flujo de tuberías, será: Flujo viscoso, estacionario e incompresible. Para el cálculo de estas pérdidas se utilizaran las siguientes ecuaciones:

Ecuación de continuidad:

$$\sum_i (\rho_i A_i c_i)_{sc,e} = \sum_i (\rho_i A_i c_i)_{sc,s} = cte$$

Ecuación de Bernoulli:

$$gZ_1 + \frac{P_1}{\rho_1} + \frac{C_1^2}{2} = gZ_2 + \frac{P_2}{\rho_2} + \frac{C_2^2}{2} + w_f$$

Ecuación de Momentum:

$$\sum_{vc} \dot{F} = \sum_{sc,s} (\dot{m}_i c_i) - \sum_{sc,e} (\dot{m}_i c_i)$$

Además debido a la características del sistema a estudiar, se considerará tubería horizontal, y de diámetro constante, con lo que las ecuaciones anteriores:

Ecuación de continuidad:

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2$$

Ecuación de Bernoulli:

$$\frac{P_1 - P_2}{\rho} - w_f = 0$$

Ecuación de Momentum:

$$\sum_{vc} \dot{F} = P_1 A_1 - P_2 A_2 - \tau_w A_{LAT} = 0$$

Combinándolas, obtenemos:

$$w_f = 4 \frac{\tau_w L}{\rho D}$$

Según las condiciones de régimen laminar o turbulento tendremos:

-Regimen laminar (Relación de Poiseuille):

$$w_f = \frac{P_1 - P_2}{\rho} = \frac{64}{Re} \frac{L}{D} \frac{c_m^2}{2}$$

Donde :

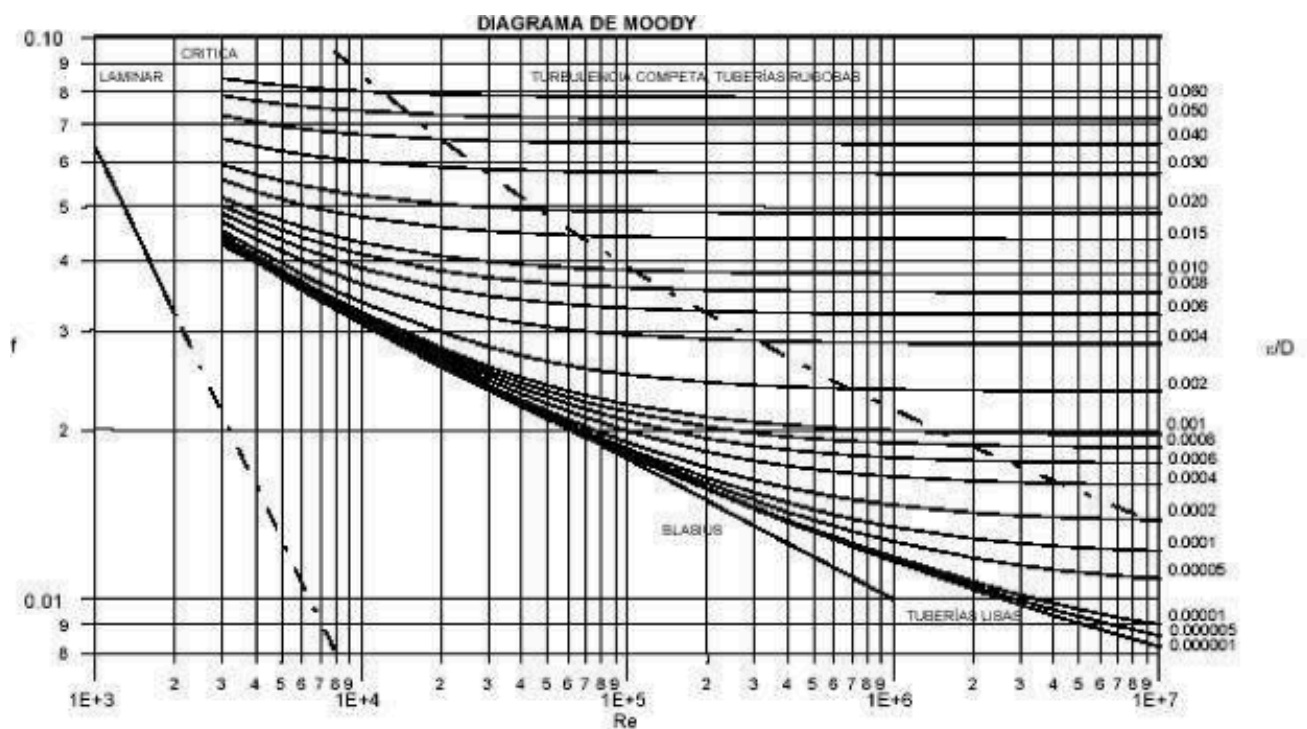
$$f = \frac{64}{Re}$$

Para el flujo turbulento, dependerá del número de Reynolds, y del tipo de pared de la tubería.

$$f = f\left(Re, \frac{\varepsilon}{D}\right)$$

Para determinar el factor de fricción en régimen no se puede predecir analíticamente, por lo que se determina a partir del análisis dimensional y resultados experimentales. Para determinarlo, existen diversos métodos:

Diagrama de Moody



Blasius. Tubería lisa y $2300 < Re < 100.000$

$$f = \frac{0,316}{(Re)^{0,25}}$$

Swamee y Jain $10E-6 < \varepsilon/D < 10E-2$ y $5 E03 < Re < 1,0 E09$

$$f = 1,325 \left[\ln \left(0,27 \frac{\varepsilon}{D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^{-2}$$

Haaland. Tubería rugosa y $Re > 2300$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1,8 \log \left[\left(\frac{\varepsilon/D}{3,7} \right)^{1,1} + \frac{6,9}{Re} \right]$$

7.5 PÉRDIDAS DE CARGA SECUNDARIAS

Las pérdidas secundarias son debidas a obstáculos que encuentra el fluido en su circulación a través de válvulas, bifurcaciones, codos etc. Estas pérdidas de presión pueden clasificarse:

- 1. Rozamiento en las paredes de la tubería.
- 2. Cambios de dirección del flujo.
- 3. Obstrucciones en el paso del flujo.
- 4. Cambios repentinos o graduales en la superficie y contorno del paso del flujo.

Los conceptos que a menudo se usan para llevar a cabo el cálculo de estas pérdidas son la “longitud equivalente L/D ”, y “coeficiente de resistencia K ”, que se determinan experimentalmente. Coeficiente de resistencia K El flujo por una válvula o accesorio en una tubería causa una pérdida de energía que se expresa como la pérdida de altura en metros de fluido.

$$h_L = K \frac{c_m^2}{2g} \quad \text{ó} \quad w_f = K \frac{c_m^2}{2}, \quad \text{donde} \quad K = f \frac{L}{D}$$

En la mayor parte de las válvulas o accesorios las pérdidas por fricción (punto 1), a lo largo de la longitud real de flujo, son mínimas comparadas con las pérdidas debidas a uno o más de los otros tres puntos enumerados.

Por ello, el coeficiente de resistencia K se considera independiente del factor de fricción y del número de Reynolds, y puede tratarse como constante para cualquier condición de flujo, incluida la de régimen laminar.

Longitud equivalente L/D

La relación L/D es la longitud equivalente en diámetros de tubería recta que causa la misma pérdida de presión que el obstáculo, en las mismas condiciones de flujo. Mientras que el coeficiente de resistencia K es constante para cualquier condición de flujo, el valor de L/D variará según las diferentes condiciones de flujo, ya que se calcula como si fueran pérdidas de carga principales.

$$w_f = f \frac{L}{D} \frac{c_m^2}{2}$$

7.6 PERDIDAS DE CARGA TOTALES

La pérdida de carga total se obtendrá de la suma de las perdidas principales y las secundarias.

Perdidas de carga principales:

$$w_f = f \frac{L}{D} \frac{c_m^2}{2}$$

Perdidas de carga secundarias:

$$w_f = K \frac{c_m^2}{2}$$

Combinando las expresiones se obtiene que la perdida de carga total de una instalación hidráulica es:

$$w_f = w_{f,principales} + w_{f,secundarias} = \left(\sum f \frac{L}{D} + \sum K \right) \frac{c_m^2}{2}$$

7.7 CALCULOS DE PERDIDAS DE CARGA

En este apartado se mostraran los diferentes cálculos que se han hecho referente a las perdidas de carga de la válvula de forma aproximada debido a que la geometría de la válvula de expansión es suficientemente compleja como para poder calcularla.

El agua tendrá una perdida de carga debido a la longitud del BYPASS y perdidas secundarias debidas a los cambios bruscos de sección .

Según la normativa el caudal volumétrico mínimo que se debe suministrar, es $Q = 0,0003 \text{ m}^3/\text{s}$. Por ello se estudiará el caso de dicho caudal a una temperatura de 25°C que consideramos la media a la que estará el agua mientras circula.

Sabemos que a la temperatura de 25°C el agua tiene una viscosidad cinemática cuyo valor es $9,035 \text{ E-}7$ mediante el cual obtendremos el Reynolds correspondiente.

Calculo la velocidad en el tramo ancho denominado 1 y el estrecho denominado 2:

$$V1 = \frac{Q}{A} = \frac{0.0003}{\Pi\left(\frac{0.02}{2}\right)^2} = 0,9549 m / s$$

$$V2 = \frac{Q}{A} = \frac{0.0003}{\Pi\left(\frac{0.01}{2}\right)^2} = 3,81 m / s$$

Calculo Reynolds para ambos casos:

$$Re1 = \frac{VD}{\nu} = \frac{0.9549 \times 0.02}{9.035 \times 10^{-7}} = 21137.79$$

$$Re2 = \frac{VD}{\nu} = \frac{3.81 \times 0.01}{9.035 \times 10^{-7}} = 42502.38$$

Calculo las perdidas principales y secundarias:

Las f correspondientes dependen de las rugosidades y de los diámetros.

En este caso la rugosidad corresponde a la del PVC equivalente a 0.0015

$$\frac{\varepsilon}{D1} = \frac{0.0015}{20} = 7E-5$$

$$\frac{\varepsilon}{D2} = \frac{0.0015}{10} = 15E-4$$

El factor de fricción ,f, se calculara mediante la ecuación de Haaland:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1,8 \log \left[\left(\frac{\varepsilon/D}{3,7} \right)^{1,1} + \frac{6,9}{\text{Re}} \right]$$

Para el caso 1 y 2:

$$f = \frac{1}{(-1.8 \log[(\frac{0.0015/0.02}{3.7})^{1.1} + \frac{6.9}{21137.79}])^2} = 0.089961$$

$$f = \frac{1}{(-1.8 \log[(\frac{0.0015/0.01}{3.7})^{1.1} + \frac{6.9}{42502.38}])^2} = 0.1320318$$

Las perdidas totales son:

$$f1 \times \frac{L \times V1^2}{2D} \times 2 + f2 \frac{L \times V2^2}{2D} + K1(\frac{V1^2}{2g}) + K2(\frac{V2^2}{2g})$$

Donde K1 y K2 , factores correspondientes a perdidas secundarias los obtenemos a partir de la siguiente ecuación:

Estrechamiento brusco:
$$K = (1 - (\frac{D1}{D2})^2)^2$$

Ensanchamiento brusco:
$$K = 0.5(1 - (\frac{D1}{D2})^2)^2$$

Por lo que K1 corresponderá al estrechamiento brusco y K2 al ensanchamiento brusco

$$K1 = (1 - (\frac{10}{20})^2)^2 = 0.5625$$

$$K2 = 0.5(1 - (\frac{10}{20})^2)^2 = 0.28125$$

El calculo total de las perdidas aproximadamente es de 1.48965 m.

CAPITULO 8: BOMBA DE RECIRCULACION

El sistema se activara mediante una bomba que hará recircular el agua fría presente en la tubería del agua caliente , mencionada anteriormente, la llamaremos tubería “Bomba de Recirculación” ya que será la encargada de recircular el agua sin necesidad de desperdiciarla.

Se plantean dos posibles soluciones en cuanto a activación se refiere. Una es la de el empleo de una bomba con temporizador, que mediante un mando incorporado podrán ajustarse 3 momentos a lo largo del día para que se active haciendo coincidir estos momentos con los momentos en lo que se demanda agua caliente habitualmente: primera hora de la mañana, medio día y noche. La otra opción, y de coste más elevado sería la de activación por control remoto desde el punto de consumo, mediante el cual el usuario decidiría el momento en el que demandar la recirculación del agua caliente.

Debido a que es un proyecto en el que la rentabilidad a corto plazo no es muy elevada se opta por emplear una bomba de temporizador. La casa de la bomba será Grundfos debido a que es la marca puntera en cuanto a bombas se refiere y además cuenta con unos precios competentes.

8.1 GRUNDFOS COMFORT UP 10-16 B5ATLC

Esta bomba cuenta con un rotor encapsulado y un elemento llamado “AquaSat” .

Esto es un dispositivo empleado en los sistemas hidráulicos de calefacción para controlar la temperatura del agua. Es decir, al igual que la válvula diseñada anteriormente, este dispositivo se encargara de medir la temperatura del agua circulando y cuando esta se considere suficiente, la bomba se detendrá.

En la siguiente imagen podemos apreciar la ficha técnica de dicha bomba así como sus curvas correspondientes a la Altura-Caudal. En la tabla y en la grafica se aprecia que hablamos de una altura que oscila entre los 5-6ft, es decir, de 1,3m a 1,83m. También incluye planos en los que se indican las medidas de la bomba.

Description	Value
Product name:	UP 10-16 B5ATLC
Product Number:	96433896
EAN number:	5700393609679
Technical:	
Speed Number:	1
Head max:	5.25 ft
TF class:	95
Maximum operating pressure	145 psi
Approvals on nameplate:	UL, CSA
Materials:	
Pump housing:	Brass MS 68
Impeller:	Stainless steel, EPDM, PPO, PTFE, Graphit
Installation:	
Maximum operating pressure	145 psi
Flange standard:	USA Sweat
Type of connection:	Bronze Sweat
Pipe connection:	1/2" Sweat
Pressure stage:	10
Port-to-port length:	3 1/8 in
Liquid:	
Liquid temperature range	35.6 .. 203 °F
Electrical data:	
Max. power input:	25 W
Main frequency:	60 Hz
Rated voltage:	1 x 115 V
Current in speed 3	0.23 A
Capacitor size - run	2.2 µF
Enclosure class (IEC 34-5):	42
Insulation class (IEC 85):	F
Motor protection:	NONE
Thermal protec:	Impedance protected
Type of cable plug:	NEMA 5-15P
Controls:	
Thermostat:	built in to stop the pump at preset liquid temperatures
Range of thermostat temperature	95 .. 149 °F
Time switch:	internal on/off time switch included
Others:	
Net weight:	2.93 lb
Gross weight:	3.37 lb
Shipping volume:	0.15 ft³

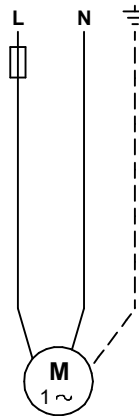
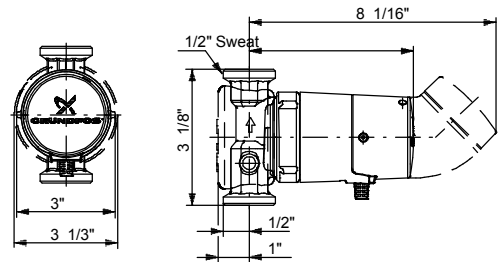
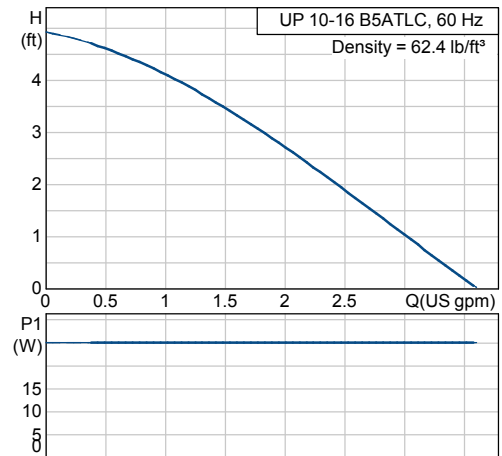
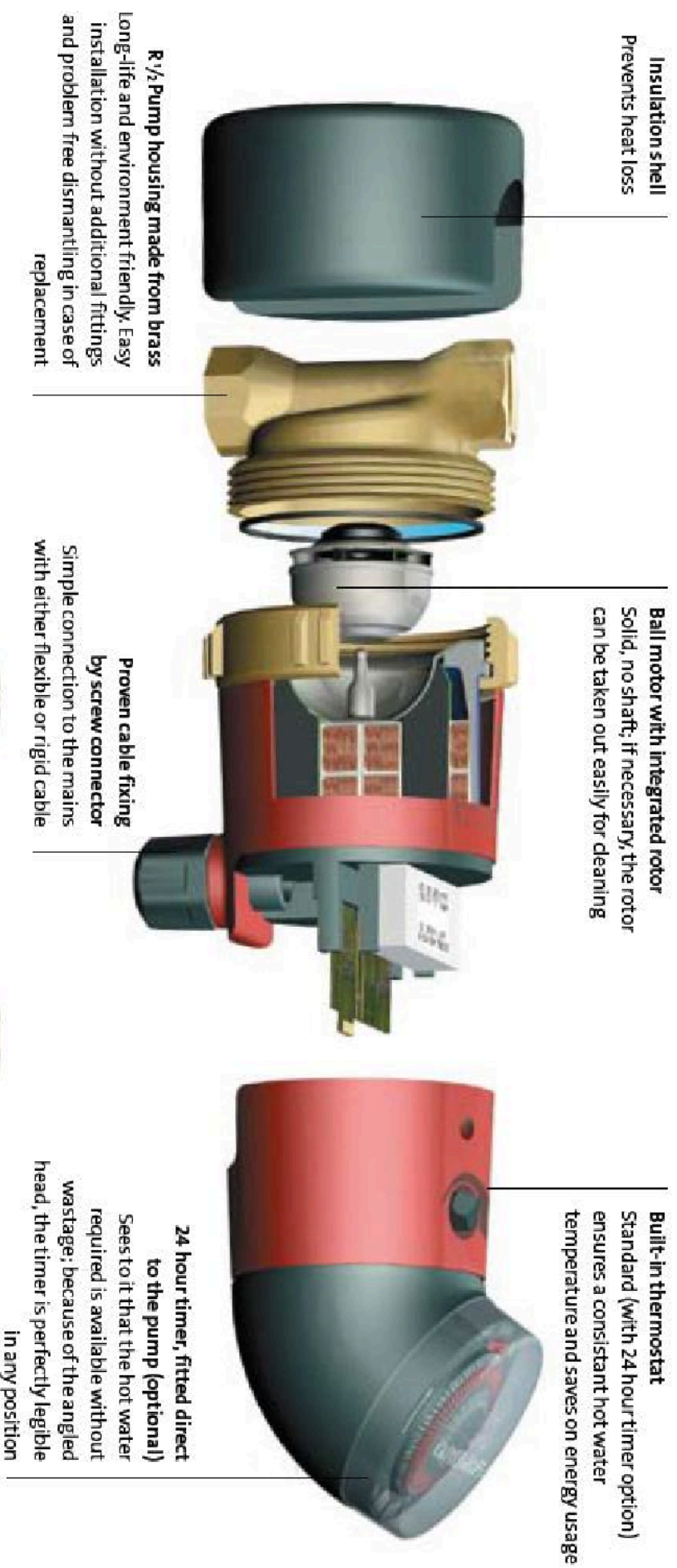


IMAGEN 8_A FICHA TECNICA GRUNDFOS UP 10-16 B5ATLC



8.2 PASOS INSTALACION

- El primer paso sería cortar el flujo de agua en la vivienda mediante la llave que se encuentra en la mayoría de casos sobre el calentador de la vivienda. No es necesario cerrar el de agua fría ya que no emplearemos en ningún momento dicha tubería en la instalación .

- Después, dejaríamos correr el agua existente en la tubería abriendo el grifo de agua caliente mas cercano a la caldera hasta que el flujo se detenga.

- Una vez descargada el agua existente en la tubería de agua caliente, desconectamos la tubería de agua caliente que se conecta a la entrada de agua caliente de la caldera.

- Instalar la bomba antes del calentador de agua usando los correspondientes adaptadores debido a que la bomba tiene un diámetro de 1/2 pulgadas.



Asegurarse de que la posición de la bomba es horizontal y de que la dirección de bombeo es en dirección a la vivienda.

- Ya instalada la bomba, se abrirá de nuevo el paso de agua a la vivienda y se abrirá hasta que todo el aire se haya purgado de la tubería.
- Cerrar todos los grifos de la vivienda.

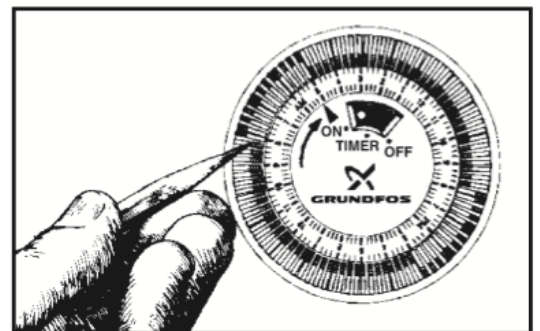
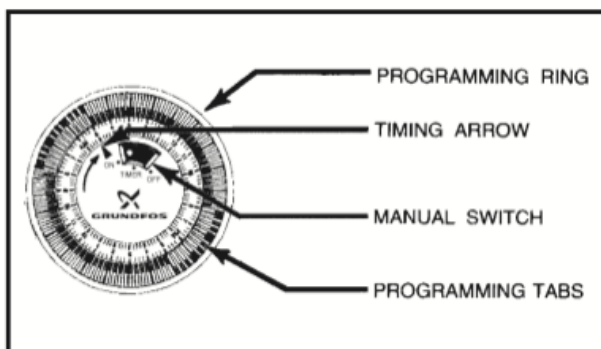


IMAGEN 8.2 DETALLE TEMPORIZADOR

- Conectar la bomba a la red, necesitaremos un voltaje de 115V.
- Programar los 3 diferentes horarios del funcionamiento de la bomba.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

SISTEMA DE OPTIMIZACION DEL CONSUMO DE AGUA EN LAS
VIVIENDAS

PLIEGO DE CONDICIONES

Jaime Arteche Limousin

Eduardo Pérez de Eulate

Pamplona, 24 de Abril del 2013

PLIEGO DE CONDICIONES

CAPITULO 1 : PLIEGO CONDICIONES GENERALES

El Pliego de Condiciones es, desde el punto vista legal y contractual, el documento más importante del proyecto a la hora de su ejecución material.

Los planos reflejan lo que hay que hacer, pero son las especificaciones de materiales y equipos, y las de ejecución, las que establecen cómo y con que hay que hacerlo.

1.1- PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

Este apartado, es el que contiene fundamentalmente una descripción general del contenido del proyecto y sus características principales.

Así pues, los Pliegos de Condiciones Técnicas que se desarrollan en este proyecto tienen por objeto la regulación del Proyecto de Optimización del Consumo de Agua en las viviendas unifamiliares.

El objetivo básico de este documento es suministrar al usuario unas instalaciones que:

- Garantizar un uso seguro de la instalación
- Garantizar una durabilidad y calidad en la instalación
- Optimizar el consumo de agua

CAPITULO 2: PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

2.1.- PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS PARTICULARES

Este aparatado contiene las especificaciones técnicas sobre materiales y equipos y las especificaciones técnicas de ejecución.

2.2.- BOMBA DE RECIRCULACION

Tiene como definición bomba de impulsión del fluido calo portador. En la ejecución de la instalación existen las siguientes operaciones:

- Conexión a la red del fluido calo portador
- Conexión a la red eléctrica.

2.2.1.- GENERALIDADES

La bomba debe estar conectada a la red que dará servicio , y el motor en la línea de alimentación eléctrica.

Las tuberías de aspiración e impulsión han de ser como mínimo del mismo diámetro que las bocas correspondientes.

Las reducciones de diámetro se han de realizar con piezas cónicas , con una conicidad menor o igual que 30º. Las reducciones horizontales se deben realizar excéntricas y debe quedar rasada por la generatriz superior para evitar la formación de bolsas de aire.

La bomba se apoyara sobre la tubería a instalar. Esta tubería no puede producir ningún tipo de esfuerzo radial o axial a la bomba

El eje impulsor debe quedar en posición horizontal. El eje bomba-tubería no debe tener limitaciones en su posición. La posición ha de ser la indicada en la documentación técnica o en su defecto en la documentación del fabricante.

- Si la conexión de la bomba es una conexión por brida ,la estanqueidad de las uniones se han de realizar mediante las juntas adecuadas.

- Si la conexión es por rosca, el roscado se ha de realizar sin forzarlo ni dañar la rosca.

2.2.2.- SUMINISTRO

En cuanto al suministro, ha de estar embalada con todas las protecciones necesarias para su correcto transporte y posterior uso. El fabricante ha de proporcionar un manual de instrucciones de instalación que ha de contener como minimo la siguiente información:

- Dimensiones, instrucciones sobre el transporte y la manipulación.
- Descripción del procedimiento de montaje.
- Recomendaciones.

Por otra parte, en la bomba han de figurar los siguientes datos:

- Identificación del fabricante.
- Nombre comercial del producto.
- Identificación del producto.
- Caudal y pérdida de carga de trabajo.
- Sentido de circulación.

2.2.3.- NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGADO

Los requisitos de mantenimiento de Normativa de cumplimiento obligado son los siguientes:

- RITE 2007 Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio por el que se aprueba el nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE).
- REBT 2002 Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico de baja tensión.

2.3.- VALVULA

Es el elemento de construcción para controlar y regular el paso de un fluido.

2.3.1.-GENERALIDADES

Como se parte de un diseño nuevo, y como veremos mas adelante, los requisitos de la válvula empleada deberán cumplimentar los requisitos sobre UNE 19804.

La válvula, denominada válvula térmica, servirá para cortar el flujo del agua recirculada mediante la bomba según la temperatura que se considere mediante un elemento expansivo que corta el flujo.

Ha de poder trabajar en condiciones extremas. Aguantar temperaturas de -5º hasta 50ºC y poder trabajar a presiones de 10 bar.

Los materiales empleados en su fabricación deben ser adecuados para estar en contacto con agua potable, no experimentando alteración al trabajar en las condiciones de servicio.

Todos los materiales que intervienen en la instalación han de ser compatibles entre ellos, por este motivo, el montaje y las conexiones de los equipos han de estar realizados con los materiales y accesorios suministrados por el fabricante o expresamente aprobados por este.

La válvula ha de ser accesible para su manipulación. La distancia entre la válvula y los elementos que la envuelven ha de ser suficiente para permitir el desmontaje y mantenimiento. El peso de las tuberías no debe descansar sobre las válvulas.

El montaje se ha de realizar según las instrucciones de la documentación técnica del fabricante. Se ha de seguir la secuencia propuesta por el fabricante. Durante la instalación sujetar la válvula por los extremos de conexión , nunca por la parte central o el cuello de la misma, para evitar deformaciones en los componentes internos.

Todos los elementos se han de inspeccionar antes de su colocación en la red. Se ha de comprobar que las características técnicas de la válvula corresponden con las especificaciones del proyecto.

Las conexiones a la red de servicio se hará una vez este cortado el suministro de red.

2.3.2.- SUMINISTRO

Se ha de embalar individualmente en bolsas de plástico, con todas las protecciones necesarias para su correcto transporte y posterior almacenamiento.

Se ha de proporcionar un manual de instrucciones de instalación que ha de contener como mínimo la siguiente información:

- Dimensiones, instrucciones sobre el transporte y la manipulación.
- Descripción del procedimiento de montaje.
- Recomendaciones.

2.3.3.- NORMATIVA DE CUMPLIMIENTO OBLIGADO

Para la fabricación de estos dispositivos han de ser acorde con lo dispuesto en el anexo IX del Real Decreto 140/2003 de 7 Febrero, relativo a la calidad de las aguas destinadas para el consumo humano.

Al fabricar, se deberán hacer ensayos para verificar y cumplimentar los requisitos de la norma UNE 19804, sobre:

- Características dimensionales
- Características de estanqueidad
- Características de comportamiento mecánico bajo presión
- Características hidráulicas
- Características de resistencia mecánica
- Características de resistencia a la incrustación de elementos de cierre.
- Características de duración mecánica de las válvulas.
- Características de duración mecánica del dispositivo anti retorno.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

SISTEMA DE OPTIMIZACION DEL CONSUMO DE AGUA EN LAS
VIVIENDAS

PRESUPUESTOS

Jaime Arteche Limousin

Eduardo Pérez de Eulate

Pamplona, 24 de Abril del 2013

PRESUPUESTOS

CAPITULO 1: PRESUPUESTOS

1.1 COSTE DE DISEÑO DEL BYPASS:

Se entiende como coste de diseño al gasto en recursos humanos invertidos para el diseño del producto. Se tiene en cuenta las horas invertidas en el proceso de diseño. Se supone que se posee las licencias de software necesarias para el diseño.

CONCEPTO	CANTIDAD(H)	PRECIO UNITARIO(€)	TOTAL(€)
RRHH	50	12	600
Recursos Humanos			
TOTAL			
		Precio base	600
		IVA(18%)	108
		TOTAL	708

1.2 COSTE DE COMPONENTES A FABRICAR

Debido a que ciertos elementos del sistema son diseños únicos, deberán ser fabricados por una empresa dedicada a dicho fin. Esto supondrá un coste aproximado que detallamos en la siguiente tabla.

CONCEPTO	CANTIDAD(H)	PRECIO UNITARIO(€)	TOTAL(€)
ELEMENTO COBERTURA	1	20	20
ELEMENTO ANTIRRETORNO	1	15	15
ELEMENTO EXPANSION	1	23,55	23,55
RACOR T 20mm	2	1	2
TOTAL		Precio base	60,55
		IVA(18%)	10.899
		TOTAL	71,449

1.3 COSTE DE COMPONENTES A COMPRAR

Como coste en componentes a comprar se incluyen los gastos relativos a los componentes ya existentes en el mercado que se requieren en el producto. Cabe destacar que los precios ya han sido pactados con los distribuidores correspondientes :

CONCEPTO	CANTIDAD(H)	PRECIO UNITARIO(€)	TOTAL(€)
BOMBA GRUNDFOS UP 10-16 B5ATLC	1	125,83 €	125,83
LATIGUILLO FLEXIBLE 20MM	4	1	4
TOTAL		Precio base	129,83
		IVA(18%)	24
		TOTAL	153

1.4 COSTE DE MONTAJE

Este coste se despreciara debido a que se considera un montaje suficientemente fácil e indicado en las instrucciones adjuntas al producto. Siempre se podrá contar con la asistencia de un especialista para facilitar dicho montaje pero, en la mayoría de casos, se despreciara dicha acción .

1.5 GASTOS TOTALES

La correspondiente suma de todos los costes:

CONCEPTO	CANTIDAD(H)	PRECIO UNITARIO(€)	TOTAL(€)
COSTE DISEÑO	1	708	708
COSTE COMPONENTES A FABRICAR	1	71,449	71,449
COSTE COMPONENTES A COMPRAR	1	153,1994	153,1994
COSTE MONTAJE	1	0	0
TOTAL		Precio base	932,6484
		IVA(18%) INCLUIDO	0
		TOTAL	932,6484

Los costes anteriormente tabulados hacen referencia a una unidad de producto. Por ese motivo los costes de diseño totales se engloban dentro de ese presupuesto. Para una producción mayor de productos, los costes de diseño se dividirían entre el número de unidades provocando una bajada en el precio total.

También se debe añadir que tanto los costes de componentes a fabricar ya comprar bajarían considerablemente si se tratara de una producción de más unidades, puesto que se trabajaría con descuentos especiales.

CAPITULO 2: ESTUDIO DE VIABILIDAD

Para poder determinar si el sistema es viable desde le punto de vista económico se partirá del presupuesto descrito en el capitulo 9.

Resulta interesante estudiar la viabilidad desde dos puntos de vista distintos:

- Viabilidad para el cliente

- Viabilidad para la empresa que comercializa

En los apartados siguientes se realiza un pequeño estudio particular para los dos puntos de vista enumerados.

2.1 VIABILIDAD PARA EL CLIENTE

Todo producto va encaminado a satisfacer una necesidad o solucionar un problema y se dirige a un mercado concreto.

Podemos definir que el producto será rentable para el cliente si le aporta un bienestar que sin él no poseía y/o si el producto le permite un ahorro económico determinado.

El equipo proyectado por un lado permite un ahorro en volumen de agua pero por otro lado requiere un consumo eléctrico. Seguidamente se hace una estimación de ambas variables.

2.1.1 GASTO ENERGÉTICO

El gasto que supone el funcionamiento del equipo es siempre el mismo debido a que al día funcionara durante 3 veces un máximo de 15 minutos programados en la bomba y dependiendo de la temperatura a la que se encuentre la tubería, podrá ser inferior.

Para ello sabemos que el funcionamiento de la bomba requiere una potencia de 250 W y suponemos que el tiempo de funcionamiento de la bomba será de 15 minutos., en el caso mas desfavorable. Es decir, calculamos que la bomba funcionara un total de 45 minutos diarios, esto son 2700 segundos.

$$GastoEnergetico = 25W \times TiempoFuncionamiento = 25 \times \left(\frac{2700}{3600}\right) = 18,75W * h / dia$$

En un mes tendremos:

$$\text{Gasto mensual} = \text{gasto diario} * 31 \text{ días} = 18,775 \text{ W/h} * 31 = 582,025 \text{ W/h}$$

Suponiendo la tarifa 3.0 A que tenemos el KW/h a=0,150938 €, el coste en la factura eléctrica mensual se incrementaría en:

$$0,582025 \text{ KW/h} * 0,150938 \text{ €} = 0.894 \text{ €}$$

Para el usuario la instalación de este equipo supondría un incremento en la factura de la luz de 1 € mensual aproximadamente.

2.1.2 AHORRO EN AGUA

En el apartado donde se cuantifico el volumen de agua que el usuario se ahorraría en función de unos hábitos de consumo supuestos. Esto se encuentra en el Capítulo 3 de la presente memoria. Sin embargo, el presente proyecto se ha ceñido al ahorro en la ducha, dejando la posibilidad del ahorro de los diferentes puntos de consumo, en este caso, a un lado. Por ello, en la siguiente tabla vemos los desperdicios/consumos de agua de las duchas para los diferentes perfiles citados en dicho capítulo.

	PERFIL 1	PERFIL 2	PERFIL 3
Por día	8	12	10
Por persona/día	8	4	2
Por mes	240	360	300
Por persona/mes	240	120	60
Por año	2880	4320	3600
Por persona/año	2880	1440	720

TABLA 2.1.2_DESPERDICIO EN DUCHA PARA DIFERENTES PERFILES EN LITROS

Para los cálculos, se considerara un precio medio de 0,91€ /m³ y solo tomaremos en cuenta los gastos mensuales de los tres perfiles diferentes. Por lo tanto el ahorro económico que supondría el no desperdiciar esta agua o el de optimizar su consumo sería:

	PERFIL 1	PERFIL 2	PERFIL 3
Por mes(m ³)	0,24	0,36	0,3
AHORRO MENSUAL(€)	0,2184	0,3276	0,273

TABLA 2.1.2 A AHORRO DE AGUA EN €

Como se puede comprobar el beneficio económico que supone el ahorro de agua es mínimo debido a que el precio de este bien en nuestro país es bajo.

2.2 CONCLUSIONES

El ahorro mensual en agua en términos de litros es muy importante. Hablamos que para una familia de perfil 2 se tendría un ahorro de 360 l aproximadamente , no tanto económico como medioambiental ya que no malgastaríamos un bien preciado y en ciertas partes escaso.

También por otra parte tenemos que el consumo de electricidad de la bomba no es muy elevado , 1 € aproximadamente de luz al mes .

Estos números no hacen mas que verificar que la rentabilidad a corto plazo de la bomba partiendo de el coste estipulado en 300€ del Sistema , una vez comercializado. Sin embargo, la premisa de este proyecto siempre ha sido la reducción del impacto medioambiental y aquí si que supone un ahorro considerable. Por otra parte, este sistema no es más que un paso hacia la concienciación que debemos tener en el uso de este recurso que pese a que en partes de nuestro país no exista escasez, existen países en los que es un recurso muy limitado.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

SISTEMA DE OPTIMIZACION DEL CONSUMO DE AGUA EN LAS
VIVIENDAS

PLANOS

Jaime Arteche Limousin

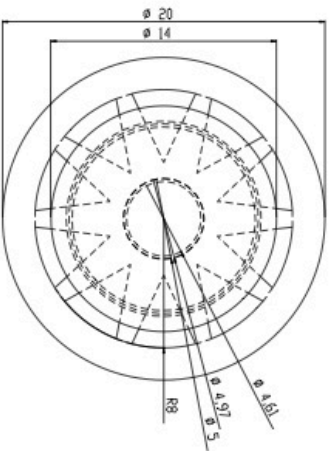
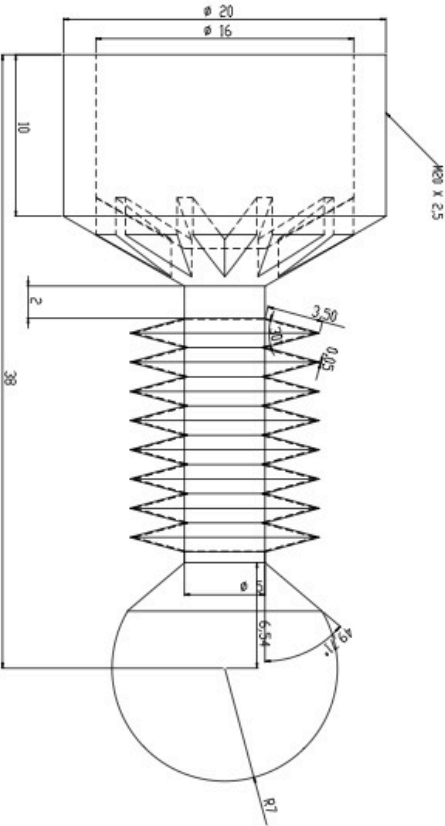
Eduardo Pérez de Eulate

Pamplona, 24 de Abril del 2013

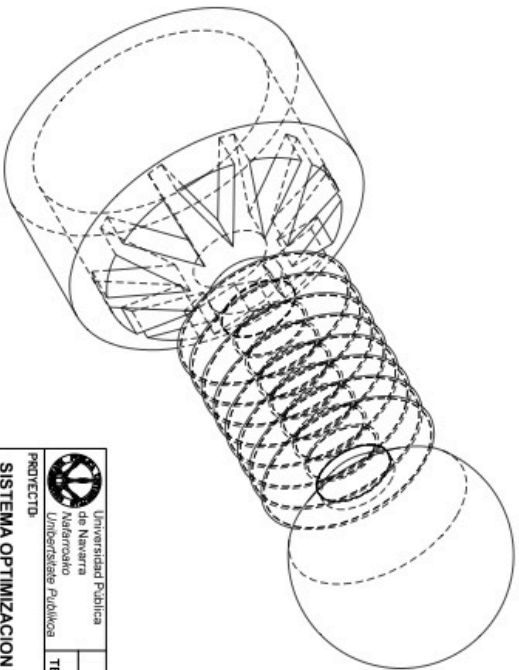
PLANOS


PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



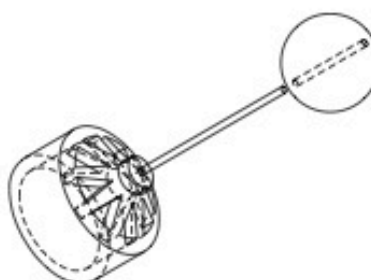
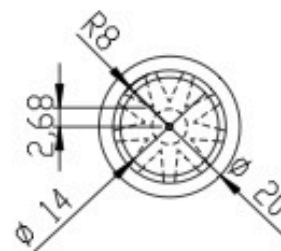
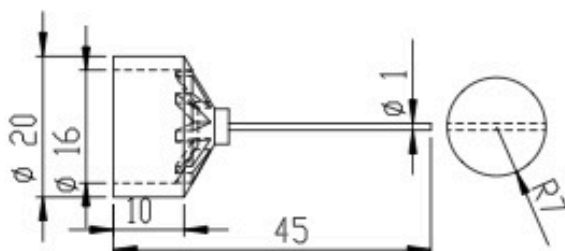
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



		Universidad Pública de Navarra		E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
Proyecto		Ingeniero Técnico Industrial M.		REALIZADO		ARTACHE LIMOUSIN, JAIME	
SISTEMA OPTIMIZACIÓN CONSUMO DE AGUA EN VIVIENDAS		REALIZADO		FECHA		16/04/2013	
PLANO		ELEMENTO EXPANSION		ESCALA		1:1.5	
						Nº PLANO	
						1	

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

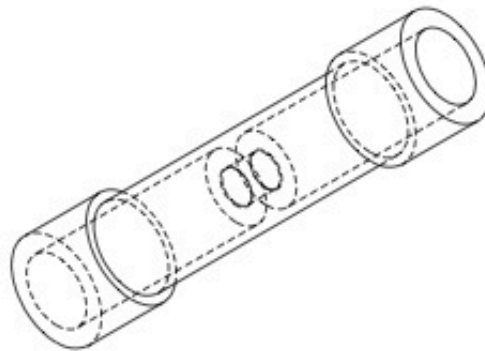
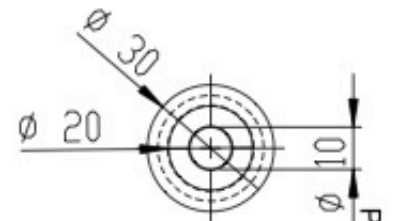
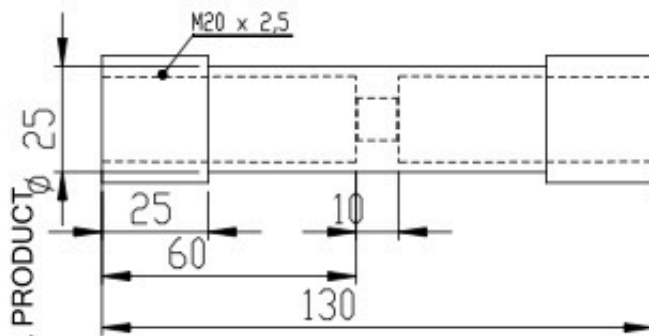


PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES		
		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.				
PROYECTO: SISTEMA OPTIMIZACION CONSUMO DE AGUA EN VIVIENDAS				REALIZADO: ARTECHE LIMOUSIN,JAIME		
				FIRMA: ARTECHE ,JAIME		
PLANO: ELEMENTO ANTIRRETORNO				FECHA: 16/04/2013	ESCALA: 1:2	Nº PLANO: 3

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES	
	PROYECTO: SISTEMA OPTIMIZACION CONSUMO DE AGUA EN VIVIENDAS		REALIZADO: ARTECHE LIMOUSIN, JAIME	
PLANO: ELEMENTO COBERTURA	FIRMA: ARTECHE, JAIME		FECHA: 16/04/2013	
	ESCALA: 1:2		Nº PLANO: 2	

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

BIBLIOGRAFIA

Soriano Rull, Albert. Instalaciones de fontanería domésticas y comerciales. Editorial UOC Marcombo 2006.

Martin Sánchez, Franco. Nuevo Manual de instalaciones de fontanería y saneamiento. Editorial A. Madrid ediciones 2008

Labastida Azemar, Francisco de P. Descripción general de las instalaciones de agua, conductos, elementos diversos de las instalaciones de agua y evacuación de aguas residuales. Editorial La Publicaciones del colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña.1981.

L.Mott, Robert. Mecánica de fluidos. Editorial Pearson Educación. Sexta Edición 2006

Gómez González, Sergio. El gran libro de Solidworks. Editorial Marcombo.

Gomes Gonzales, Sergio. Solidworks simulation. Editorial Ra-ma. Edicion 2010.

White,Frank M. Editorial Mc Graw Hill. Quinta edición

Crane. Flujo de fluidos. Editorial Mc Graw-Hill. Año 1990